平成２３年度
「リチウムイオン電池リサイクルに関する調査」

平成24年3月

一般社団法人 次世代自動車振興センター

委 託 先　株式会社矢野経済研究所

目　　次

1．海外に於ける廃車段階からのリチウムイオン電池のリサイクル技術動向及び回収スキーム検討状況
（1）米国に於ける動向
1．LiB 搭載自動車動向 ･･ 1
1-1．LiB 搭載自動車普及の背景 ･･ 1
1-2．LiB 搭載自動車の展望 ･･ 6
2．LiB 搭載廃車発生動向 ･･ 8
2-1．ELV 回収・リサイクルルート ････････････････････････････････････ 8
2-2．LiB 搭載廃車発生予測（2015 年、2020 年） ･･････････････････････13
3．LiB リサイクルの現状 ･･14
3-1．Ni-MH リサイクルの現状 ･･14
3-2．ELV-LiB リサイクルの可能性 ････････････････････････････････････26
3-3．ELV-LiB リサイクル技術開発動向 ････････････････････････････････26
3-4．ELV-LiB リサイクルの展望 ･･････････････････････････････････････27
4．ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況 ････････････････････････････33
4-1．廃電池関連法令 ･･33
4-2．ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況 ････････････････････････････35
5．LiB リサイクル特許 ･･37
（2）欧州に於ける動向
1．LiB 搭載自動車動向 ･･42
1-1．LiB 搭載自動車普及の背景 ･･42
1-2．LiB 搭載自動車の販売台数予測 ････････････････････････････････････46
2．LiB 搭載廃車発生動向 ･･49
2-1．ELV 自動車回収・リサイクルルート ････････････････････････････････49
2-2．LiB 搭載廃車発生予測（2015 年、2020 年） ････････････････････････56
3．ELV-LiB リサイクルの現状 ･･59
3-1．Ni-MH リサイクルの現状 ･･59
3-2．ELV-LiB リサイクルの可能性 ･･････････････････････････････････････61
4．ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況 ･･････････････････････････････66
4-1．廃電池関連法令 ･･66
4-2．ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況 ･･････････････････････････････69
（3）中国に於ける動向
1．LiB 搭載自動車動向 ･･71
1-1．LiB 搭載自動車普及の背景 ･･71
1-2．LiB 搭載自動車の展望 ･･75

2．LiB 搭載廃車発生動向 ……78
2-1．ELV 回収・リサイクルルート……78
2-1-1．自動車の登録抹消制度……78
2-1-2．ELV に関連する法令法規と政府部門の役割……78
2-1-3．ELV の処理実態……83
2-1-4．中古車・中古部品の輸入状況……87
2-1-5．日本企業の進出状況……88
2-2．LiB 搭載廃車発生予測（2015 年、2020 年）……89
3．ELV-LiB リサイクルの現状……91
3-1．Ni-MH リサイクルの現状……91
3-1-1．中国における Ni-MH リサイクルの現状……91
3-1-2．北京市における電池処理の流れ……93
3-2．ELV-LiB リサイクルの可能性……94
3-3．ELV-LiB リサイクル技術開発動向……95
3-4．ELV-LiB リサイクルの展望……99
4．ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況……100
4-1．廃電池関連法令……100
4-2．ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況……103
5．LiB リサイクル特許……105

2．LiB 搭載廃家電発生状況……109
（1）米国に於ける動向
1．LiB 搭載廃家電発生状況……109
1-1．LiB 搭載廃家電発生量……109
1-2．LiB 搭載廃家電回収ルート……114
2．家電用 LiB リサイクル現状……120
2-1．家電関連リサイクル法令……120
2-2．家電用 LiB リサイクル業者等……126
2-3． 家電用 LiB リサイクル展望……136
2-4． ELV-LiB リサイクルへの技術転用の可能性および条件……138
（2）欧州に於ける動向
1．LiB 搭載廃家電発生状況……139
1-1．LiB 搭載廃家電発生量……139
1-2．LiB 搭載廃家電回収ルート……141
2．家電用 LiB リサイクル現状……143
2-1．家電関連リサイクル法令……143
2-2．家電用 LiB リサイクル業者等……145
2-3．家電用 LiB リサイクル展望……149

2-4．ELV-LiB リサイクル技術転用の可能性および条件 ……………………………150
（3）中国に於ける同行
1．LiB 搭載廃家電発生状況 ……………………………………………………………151
1-1．LiB 搭載廃家電発生量 ……………………………………………………………151
1-2．LiB 搭載廃家電回収ルート …………………………………………………………153
2．家電関連 LiB リサイクル現状 ………………………………………………………158
2-1．家電関連リサイクル法令 ……………………………………………………………158
2-2．家電用 LiB リサイクル業者等 ………………………………………………………162
2-2-1．リサイクル方法 …………………………………………………………………162
2-2-2．リサイクル業者 …………………………………………………………………164
2-3．家電用 LiB リサイクル展望 …………………………………………………………166
2-4．ELV-LiB リサイクル技術転用の可能性および条件 ……………………………168

3．国内に於ける ELV-LiB リユースの取組み
3-1．解体業者に於ける取組み ……………………………………………………………169
3-1-1．ELV-LiB 回収状況 ………………………………………………………………169
3-1-2．ELV-LiB リユースへの取組み …………………………………………………174
3-2．自動車メーカーに於ける取組み ……………………………………………………186
3-2-1．ELV-LiB 回収状況 ………………………………………………………………186
3-2-2．ELV-LiB リユースへの取組み …………………………………………………188
3-3．ELV-LiB リユース工程 ………………………………………………………………195

4．国内に於ける ELV-LiB リユースにおける国内新規事業動向
4-1．自動車駆動用 …………………………………………………………………………197
4-1-1．ELV-LiB 回収状況 ………………………………………………………………197
4-1-2．リユース展望 ……………………………………………………………………206
4-2．エネルギー管理システム関連業者 …………………………………………………209
4-2-1．ELV-LiB 回収状況 ………………………………………………………………209
4-2-1-1．住宅用・業務用蓄電システム ………………………………………………209
4-2-1-2．UPS …………………………………………………………………………221
4-2-2．ELV-LiB リユース展望 …………………………………………………………225
4-2-2-1．住宅用・業務用蓄電池…………………………………………………………225
4-2-2-2．UPS …………………………………………………………………………230

5．国内に於ける ELV-LiB リユースのための技術動向
5-1．品質点検（劣化診断）技術動向 ……………………………………………………233
5-2．分解、モジュール、システム構成変更技術動向 …………………………………236
5-2-1．分解技術動向 ……………………………………………………………………236

5-2-2. リユース技術 …… 238
5-3. その他技術動向 …… 242

6. ELV-LiB リユース・リサイクル展望
6-1. 海外における ELV-LiB リサイクル展望 …… 249
6-1-1. 車載用 LiB 動向 …… 249
6-1-2. 海外における ELV-LiB リサイクル展望 …… 261
6-1-3. LiB 回収スキーム展望 …… 265
6-2. 国内における ELV-LiB リユース展望
6-2-1. 自動車駆動用 ELV-LiB リユース市場展望 …… 266
6-2-2. その他用途用 ELV-LiB リユース展望 …… 286
6-2-3. ELV-LiB 海外輸出の可能性 …… 293

調査概要

1. 調査目的

　世界的に強まる環境負荷低減の必要やガソリン価格の高騰を受け、ハイブリッド自動車、電気自動車等の次世代自動車販売台数が増加しており、今後も市場拡大が見込まれている。その一方、数年後には、整備段階で交換された電池、またおよそ 10 数年後には使用済自動車からの電池が多く発生することが予測される。

その電気自動車等にはリチウムイオン電池の搭載が見込まれているが、リチウムイオン電池はエネルギー密度が高く、そのエネルギーを安全に使うために、電池内部には様々な装置が組み込まれている。仮に不適切な取扱いがされた場合、その装置が働かなく、場合によっては発火、破裂可能性があり、確実な回収システムの構築および処理が求められている。

ただ、使用済自動車からの回収とはいえ、電池自体が機能しないというわけではなく、中古部品として利用されることで補修整備費用の低減等に資することになる。また東日本大震災の影響から蓄電池への関心が高まっており、バックアップ電池としての利用や太陽光発電との組み合わせによるエネルギー貯蔵など電池の利用価値が高まることも考えられる。これらの 2 次利用価値を見越すことにより、電気自動車価格の大部分を占める電池コスト低減につながることも期待でき、ひいては次世代自動車のさらなる普及につがなることにもなる。

一方、リチウムイオン電池の正極材には、リチウムなどの希少金属が含まれており、リサイクル価値が高い。正極材の材料の違いによって、リサイクル技術が異なるため、製錬業者等において研究開発が進められているところである。今後、さらにその価値が高まる中、リサイクルを促進することが鉱物資源の確保および循環型システム構築に大きく寄与することになり、使用済自動車から回収された電池も資源供給源の一つとなっていくことが見込まれる。

本調査は上記観点を踏まえて、まず、日本と海外におけるリチウムイオン電池の回収およびリサイクル、リユースの状況について調査する。その上で、回収した電池のリユースに向けた可能性・方向性について調査することで、リサイクルスキームの構築やリユースメリットの明確化を図る上で必要となる基礎情報を収集することを目的とする。

（この調査報告書は、経済産業省のクリーンエネルギー自動車等導入促進対策費補助金により実施、作成したものである。）

2. 調査対象国

　日本、米国、欧州、中国

1. 海外に於ける廃車段階からの LiB のリサイクル技術動向及び回収スキーム検討状況

（1）米国に於ける動向

1. LiB 搭載自動車動向

1-1. LiB 搭載自動車普及の背景

2011 年の一般教書演説においてオバマ大統領は、「2015 年までに 100 万台の電気自動車（EV）(*) を普及させる」という大きな目標を改めて掲げた。この目標は、2008 年に同大統領が候補者としてミシガン州で行った演説で最初に表明されたもので、主な目的は 2 つある。

一つは石油への依存度を大幅に減らし、輸送・交通手段のエネルギー持続可能性を高めること。もう一つはアメリカが大きな成長が期待できる電気自動車産業の先頭を走り、環境保護へのより大きな責務を果たし、同時に雇用の拡大、及び経済成長を実現することが狙いとなっている。

（*）ここでいう「電気自動車」には、プラグインハイブリッド車（PHEV）、航続距離延長型電気自動車、完全な電気自動車を含む

この目標達成のため、消費者に対する税控除の拡大、各都市が拡大する EV 需要に対応するための支援、研究開発に対する支援などの各種施策が連邦政府、州政府により講じられている。以下に具体的なリチウムイオン電池（以下、LiB）搭載自動車普及促進施策の例を示す。

（1）所得税控除

2010 年 1 月以降に購入した EV（プラグインハイブリッド車（以下、PHEV）含む）に対しては、最大 7,500 米ドルの連邦所得税の控除が受けられる。対象となるモデルは以下の通り。

年式	モデル	控除額
2012	AMP GCE Electric Vehicle	$7,500
2012	AMP MLE Electric Vehicle	$7,500
2011,2012	Azure Dynamics Transit Connect Electric Vehicle	$7,500
2010	CODA Sedan (Electric Vehicle Manufactured by CODA Automotive Inc.)	$7500
2010	EMC Model E36 7 Passenger Wagon（Electric Vehicle Manufactured by	$7,500

	Electric Mobile Cars)	
2010	EMC Model E36t Pick-up Truck (Electric Vehicle Manufactured by Electric Mobile Cars)	$7,500
2010	EMC Model E36v Utility Van (Electric Vehicle Manufactured by Electric Mobile Cars)	$7,500
2012	Fisker Karma Sedan	$7,500
2012	Ford Focus Electric	$7,500
2011, 2012	Chevrolet Volt	$7,500
2012	Mitsubishi i-MiEV [Electric Vehicle]	$7,500
2011	Nissan Leaf	$7,500
2011	smart fortwo Electric Drive Vehicle distributed by smart USA Distributor LLC	$7,500
2008,2009 2010,2011	Tesla Roadster	$7500
2011	Think City EV (Electric Vehicle)	$7,500
2012	Toyota Prius Plug-in Electric Drive Vehicle	$2,500
2011	Wheego LiFe Electric Vehicle	$7,500

出所：IRS (Internal Revenue Service)

「The American Recovery and Reinvestment Act of 2009（米国再生・再投資法)」により規定されているこの税控除は、搭載バッテリーの容量により 2,500 ドルから 7,500 ドルの範囲で支給されている。対象となるのは、5kWh 以上の容量があるバッテリーを搭載した自動車で、7,500 ドルを上限として、1 kWh ごとに 417 ドルが控除額に加算される。なおこの制度は、各メーカー1 社につき 200,000 台の対象車両を販売した時点で、段階的に廃止される予定である。

また従来のガソリン車から EV 等へ改造するための変換キット（conversion kit）を購入した際にも税控除が実施されている（2011 年 12 月 31 日に終了)。PHEV、EV への改造に対しては 4,000 ドルを上限として、電動二輪車、三輪車への改造に対しては 2,500 ドルを上限として改造に要した金額の 10％が控除された。

（2）設備投資支援

同じく「米国再生・再投資法」にて、国内の EV 生産能力の拡大、先端 LiB 技術開発を進めるべく、大規模な投資支援策を実施している。

投資支援策例

・テネシー州、デラウェア州、カリフォルニア州にある EV 生産工場 3 箇所に対し、24 億米ドルの貸付を実施 ・バッテリー、モーター等の EV 用装置を生産する工場 30 箇所に対し合計 20 億米ドルの助成金を支給この助成金により、2011 年末までに年間 50,000 台分、2014 年 12 月までに年間 500,000 台分のバッテリー生産能力が獲得できると見込まれている

（3）実証実験の実施

EV 等普及促進のため 20 都市において、22,000 の充電ポイント、13,000 台の車両を使った実証実験が行われている。実証実験に参加する企業の投資合計は、公共投資と同額の 4 億ドルにも及ぶ。

この実証実験を通じ利用状況、利用時間帯、充電パターン、配電網への影響など運行データの取得を行なっている。そして導入を検討しているユーザーの懸念や不安を解消し、規制担当者、技術者に必要な情報を与えることで EV 等へのスムーズな移行促進を目指している。

その中、環境省（DOE）も地域と連携し、規制簡素化、インフラ投資、インセンティブの実施、主要企業等との提携等を通じて、EV の導入の促進、需要の喚起を試みている。2012 年度予算の概算要求では、最大 30 のコミュニティに対し、最大 1,000 万ドルの助成金を供与することが計画されている。

カリフォルニア州における普及促進策

Hybrid Electric Vehicle Purchase Vouchers	・California Air Resources Board（カリフォルニア大気資源委員会）は、Hybrid Truck and Bus Voucher Incentive Project （HVIP）を通じて、中・大型のハイブリッド車、または EV（トラック、バス）の購入支援のための割引券を先着順に支給 ・HV、EV は普及初期段階にあるため、割高な購入時のコストを低減することによって普及を目指す ・金額は 10,000 ドルから 40,000 ドル、カリフォルニア州で使用される車両が対象
Plug-In Hybrid and Zero Emission Light-Duty Vehicle Rebates	・Clean Vehicle Rebate Project (CVRP)に承認または認証された有害排出物ゼロ（ゼロエミッション）の車両を購入、またはリースした際にリベートを先着順に支給 ・リベートを受けられるのは、カリフォルニア州の個人、事業者、政府機関 ・対象車種は自動車メーカーが California Air Resources Board に申請し、承認または認証

Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) Incentive – Coulomb Technologies	・EV の充電インフラを提供する企業「Coulomb Technologies」社の支援プログラム ・カリフォルニア州の一部地域（サンノゼ、サンフランシスコ湾、サクラメント、ロサンゼルス）の個人、または団体に、無償で充電設備を提供 ・これは同社が運営する、"Charge Point America"プログラムで、全米で 10 箇所の指定地域において、EV 導入を促進し、普及に備えるため、無償で充電設備を提供するというもの ・個人の場合、対象の EV、または PHEV の購入者 ・企業、自治体（公共向け、商用）の場合、上記の大都市圏に所在すること、設置予定の場所において高い利用頻度が期待できること、設置場所に一般利用者がアクセス可能とすることが条件 ・プログラムへの参加者（充電設備オーナー）は、エネルギー使用量、使用時間帯、等のデータを提供することに同意しなくてはならない
Plug-In Electric Vehicle Charging Rate Reduction	・サクラメント、ロサンゼルス、サンディエゴ、南カリフォルニア地域の各公共事業会社（電気、ガス、水道等）では、PHEV 充電に使われた電気料金に対し割引料金を適用 ・The Los Angels Department of Water and Power（LADWP） の場合、オフピーク時の利用に対しては、1 キロワット当たり 0.025 ドルの割引料金が適用
High Occupancy Vehicle (HOV) Lane Exemption	・CNG 自動車、水素自動車、EV、PHEV で、一定の排出基準を満たし、California Department of Motor Vehicle（カリフォルニア自動車局）の Clean Air Vehicle ステッカーを貼ってある車両は、HOV（相乗り）専用レーンを利用可能（2015 年の 1 月 1 日まで）

（4）研究開発支援

2012 年度の予算にてバッテリーおよびその他の電気駆動技術に対する研究開発予算が組まれている。その研究開発支援は DOE による"Vehicle Technologies Program"及び"Energy Innovation Hub"を通じて行われている。

DOE による開発支援は効果を見せ初めており、国立のアルゴンヌ研究所(Argonne National Laboratory）が先端の正極技術を GM や LG Chem、Envia などのメーカーにライセンス供与するなど、新技術を活用した製品が市場に出ようとしている。この技術によりエネルギー密度の大幅な向上が期待され、それに伴いコスト削減も期待できるとされる。

このような DOE の支援とマッチングファンド等を通じ、30 億ドルを越える額がバッテリー開発および生産に投資されている。生産能力が高められ、生産量が年間 10,000 台から 100,000 台に増加すれば、それだけでバッテリーの製造コストは 30～40%下がると見込まれている。DOE では、2015 年までにバッテリーの出力 1kWh 当たり 300 ドルまでコス

トダウンすることを目標としている。

EV 用バッテリーの製造コストは、製造ノウハウの蓄積、量産効果、材料コストの削減等により低減することが可能であり、これにより車体価格が下がれば、EV の普及に拍車がかかると期待されている。

先端技術車に対する新支援策

EV に対する更なる需要を喚起し、アメリカが次世代自動車技術におけるリーダーとなるため、オバマ大統領は以下の 3 つの施策を提案している（2011 年 1 月 26 日政府発表） ・最大 7,500 ドルの補助金の提供により、EV をより購入しやすくする これまでの最大 7,500 ドルの税控除の代わりに、同額の補助金を提供する。これにより、全ての消費者が購入時に恩恵を受けることが可能となる。 ・新規の研究開発投資を通じ、技術革新を促進する 再生・再投資法による投資により、電気駆動装置、バッテリー、エネルギー蓄積技術における研究開発促進を提案 ・EV 向けインフラに投資するコミュニティに対し、補助金により支援する EV 向けインフラ整備に投資するコミュニティにインセンティブを提供し、規制による障壁を取り除くため、先端技術自動車政策に重点をおく、コミュニティに対し助成金を与えることを提案（最大 30 コミュニティ）

1-2. LiB 搭載自動車の展望

米国では、主にニッケル水素電池（以下、Ni-MH）搭載のハイブリッド車（以下、HV）が現在までに約 200 万台販売されている。モデル別、年度別の販売数を示すと以下の表になる。

米国市場における HV 販売台数　　単位：台

	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
総販売台数＊1	**17**	**9,350**	**20,282**	**22,335**	**47,566**	**84,199**
国産車＊2	0	0	0	0	0	2,993
輸入車	17	9,350	20,282	22,335	47,566	81,206
	2005 年	**2006 年**	**2007 年**	**2008 年**	**2009 年**	**2010 年**
総販売台数 1	**205,828**	**253,518**	**352,862**	**315,688**	**290,740**	**274,421**
国産車 2	15,960	24,198	77,629	86,082	81,882	64,893
輸入車	189,868	229,320	275,233	229,606	208,858	209,528

＊1：リース、フリート販売含む

＊2：カナダ、メキシコ国生産含む

出所：Research and Innovative Technology Administration、U.S. Department of Transportation

一方、今後にかけて拡大が見込まれる PHEV／EV については、アメリカ市場における EV の供給可能台数に関して以下のような参考データがエネルギー省から出されている。

米国市場における EV 供給可能台数推定（2011 年~2015 年）　　単位：台

メーカー・モデル名	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	合計
Fisker Karma PHEV	1,000	5,000	10,000	10,000	10,000	36,000
Fisker Nina PHEV	—	5,000	40,000	75,000	75,000	195,000
Ford Focus EV	—	10,000	20,000	20,000	20,000	70,000
Ford Transit Connect EV	400	800	1,000	1,000	1,000	4,200
GM Chevrolet Volt	15,000	120,000	120,000	120,000	120,000	495,000
Navistar eStar EV (Truck)	200	800	1,000	1,000	1,000	4,000

Nissan LEAF EV	25,000	25,000	50,000	100,000	100,000	300,000
Smith Electric Vehicles Newton EV (Truck)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000
Tesla Motors Model S EV	—	5,000	10,000	20,000	20,000	55,000
Tesla Motors Roadster EV	1,000	—	—	—	—	1,000
Think City EV	2,000	5,000	10,000	20,000	20,000	57,000
累計						1,222,200

注）上記には Toyota、Honda、Mitsubishi、Chrysler、BYD、Hyundai、Volkswagen、Volvo 等の主要メーカーが含まれていないため、実際のキャパシティは上記を上回る。

出所：米国エネルギー省

2. LiB 搭載廃車発生動向

2-1. ELV 回収・リサイクルルート

米国では日本の自動車リサイクル法に相当する全国的な法律（連邦法）は存在しない。よって使用済自動車（以下、ELV）、事故車など、使用不可能になった車両が処理される法的なルートは存在しない。但し多くの場合、パーツや材料を再利用・再販することが可能なため、解体を専門に行う業者によって処理が行なわれている。

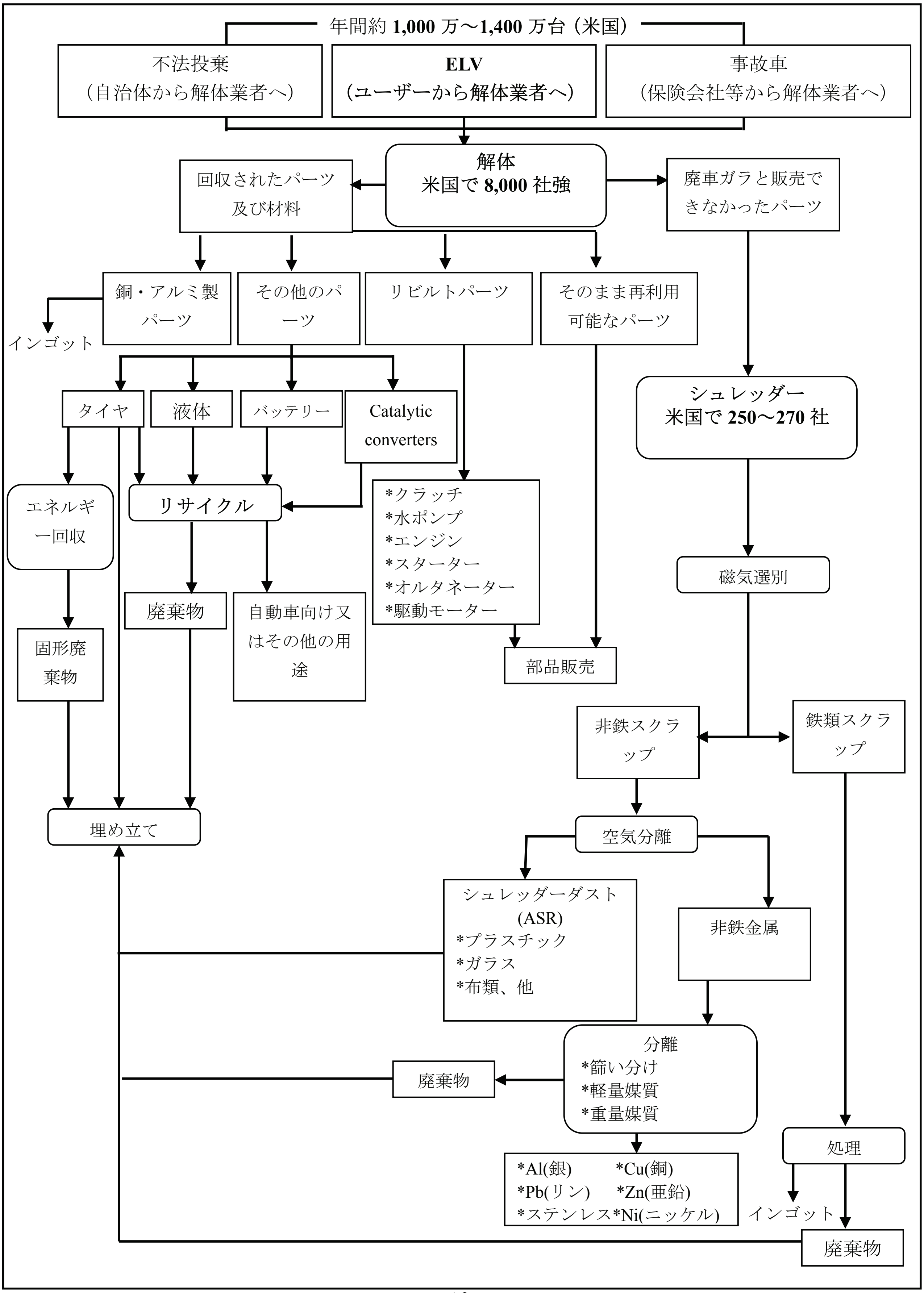
解体業者にとってリサイクルを行なうか否かは経済的価値が生み出されるかが重要となるが、アメリカではその傾向が極めて顕著である。Ni-MH および LiB 搭載車の処理についても同様と考えられるが、この原則に反する規制や法律を制定するのは困難とされる。その一方で、監督責任（stewardship）を果たすことに対しても重要視する傾向があり、結果として ELV の回収およびリサイクルが実行されている。

ELV リサイクルプロセス

	ELV リサイクルプロセス
回収	・ELV を処分する場合、ユーザーの多くは直接解体業者へ持ち込むか、または引き取ってもらうことが多い。日本のようにディーラーなどの販売店へ、引取りを依頼するケースは一般的ではない。 ・ELV の状況によって引取り金額は異なるが、多くは有償での引取りとなる。そのため、現状、不法投棄の問題は殆ど問題になっておらず、市場原理に基づいてリサイクルされる ELV の割合は 95%を越えるとされる。
解体	・解体業者の施設、またはスクラップ置き場で行われる。 ・直接リユース可能な部品、リビルトコア向け供給可能な部品（クラッチ、エンジン、スターター、オルタネーター等）、マテリアルリサイクル向け供給可能な部品（バッテリー、触媒コンバーター、スチール製燃料タンク等）、サーマルリサイクル向け供給可能な部品（タイヤ等）等を回収。 ・廃車ガラは鉄スクラップとして処理されるほか、プラスチック燃料タンク等の樹脂部品などは廃棄される。
シュレッダー	・リユース、マテリアルリサイクル向けに部品回収された後の車台は廃車ガラとしてシュレッダー業者が引き取り、シュレッダー処理される。 ・シュレッダー後、磁気選別により、鉄類と非鉄金属（アルミ、銅、ニッケル、ステンレス等）に分離。その後、鉄類は専門の製錬業者に送られ、非鉄金属は、シュレッダー業者にて選別が行なわれる場合と、専門業者にて行なわれる場合がある。

	・シュレッダー後の残渣くず（プラスチック、ガラス、ゴム、絨毯類、布等）である ASR （Auto Shredder Residue）は埋立処分されるため、専門業者へ引き渡される。

ELV の回収・リサイクルの流れ



EPA（US Environmental Protection Agency 環境保護庁）の発表（2007 年）によると、アメリカにおける主要な製品のリサイクル率は、紙が 50%、プラスチック製のソフトドリンク用ボトルが 34%、アルミ製のビール・ソフトドリンク用缶が 45%、スチール製容器が 63%である。

これに対し、自動車のリサイクル率は 95%以上と非常に高く、また車両重量の 85%近くがリサイクルされているといわれている。この高いリサイクル率実現の背景には、前述の経済的価値と監督責任の他に、当然ながら自動車メーカーや業界団体の取り組みが大きな役割を果たしている。以下は、アメリカにおける自動車リサイクルの促進に関与する主要な団体、グループおよび活動プログラムとなる。

(1) Vehicle Recycling Partnership（VRP）

GM 、Ford、Chrysler の三社共同で、アメリカの自動車業界の技術基盤の発展を目的に運営される組織、the United States Council for Automotive Research LLC (USCAR) の一部で、北米における自動車のリサイクル技術、経済性の向上のための研究を行なっている。またアメリカの自動車メーカーが製造し世界各地で販売された自動車のリサイクルにおける技術、経済性向上も研究対象となっている。

(2) Automotive Recyclers Association (ARA)

1943 年に設立された、自動車リサイクル業界の唯一の業界団体である。自動車部品の回収、再利用等の効率化と ELV の安全な処理に寄与することを目的としている。14 ヶ国に及ぶ、約 4,200 社が会員となっている。また、廃棄物の適切な処理技術に関する支援を行うなど、環境マネジメントプログラムの振興も行っている。

(3) End of Life Vehicle Solutions (ELVS)

自動車メーカーにより設立された業界団体で、環境に対する取り組みを促進させることを目的とし、ELV の回収、リサイクル等のインフラの整備を行なっている。

水銀スイッチなど有害物質の適正処理を行うための支援を行うことに加え、HV 用の使用済 Ni-MH バッテリーの取扱いに関するガイドラインも示している。

現在加盟するメーカーは、GM、Ford、Chrysler、Toyota Motor Sales USA、Nissan North America、Volkswagen Group of America など 12 社。

(4) National Vehicle Mercury Switch Recovery Program (NVMSRP)

EPA、自動車メーカー、American Iron and Steel Institute（鉄鋼メーカー業界団体）、Institute of Scrap Recycling Industries、ARA、Environmental Defense、the Ecology Center (Ann Arbor)、Environmental Council of the States（米国連邦環境評議会）が協同で実施した水銀スイッチの自主回収活動プログラム（解体業者およびリサイクル業者に

対する報奨金として 400 万ドルの基金を設定)。

ELV をシュレッダーにかけリサイクルを行う前に、有害物質である水銀スイッチを自主的に回収することを目的としたプログラムで、2006 年 8 月 11 にシカゴで行われたイベントに於いて調印された。

上記（1）の VRP では、DOE が所管する国立の研究所「Argonne National Laboratory」と樹脂メーカーの業界団体である「American Chemistry Council」と共同で、現在重量ベースで約 85%のリサイクル率を 100%に近づける共同研究開発を続けている。

この研究プロジェクトは VRP、DOE の Office of Freedom CAR and Vehicle Technologies の資金提供により実施されている。また研究チームでは、今後ますます重要となる HV、EV のコンポーネントのリサイクルニーズに備えた研究もおこなっている。

この共同研究開発契約（Cooperative Research and Development Agreement）において、以下のような取り組みが実施されている。

- 効率的な液体回収方法の確立
- 様々な物質が混合されたものから、それぞれの物質を分離する技術の研究
- シュレッダーダスト（ASR）から環境負荷物質（substances of concern）除去する研究
- 自動車解体時の材料回収を最大化する手法の研究

2-2. LiB 搭載廃車発生予測（2015 年、2020 年）

米国の近年の ELV 発生台数は、1,400 万台ほどで推移している。以下は新車販売台数と保有台数から導き出される 2020 年までの ELV 発生予測である。トレンドとしては、概ね横ばいから微増となっている。

アメリカにおける廃車発生予想（EV 含む全車種）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2015年	2020年
新車販売台数	13,493,165	10,601,368	11,772,220	13,040,632	15,688,878	17,774,683	17,865,370
保有台数	244,748,258	240,384,133	236,984,968	227,190,343	227,079,089	230,531,006	238,802,817
ELV発生台数	14,656,948	14,809,007	15,044,855	15,479,646	15,698,858	16,142,629	15,831,661

矢野経済研究所推計

その中、現状、LiB を搭載した ELV の発生はないと考えられる（Toxco など大手バッテリーリサイクル業者では、生産工程発生品や試作品などの処理のみで ELV-LiB については取扱いなし）。

3. LiBリサイクルの現状

現在のところ、LiB搭載したELVは発生していないと見られる。従って、ELVからのLiBのリサイクルはされていない。大手のリサイクル業者では少量の車載用LiBを処理しているようであるが、これは全て生産ラインでの不良品、プロトタイプの試作品等であり、自動車メーカーやバッテリーメーカーから処理を依頼されたもとなる。

3-1. Ni-MHリサイクルの現状

HVは、現在約200万台が全米で普及している。また販売開始後10数年が過ぎており、一定量の廃車も発生しており、主要なバッテリーリサイクル業者でバッテリーが処理されており、大手処理業者Toxco Inc. でも、これまでに数百万ポンドのELV-NiMHの処理を行ったとのことであった。

後述するが、HVやEV用バッテリーの二次利用、リサイクルに関する研究は、自動車大手3社（GM、Ford、Chrysler）やDOE等を中心とした研究グループや業界団体等で行われている。そこでインフラ整備や技術開発の研究がなされているものの、現在のところまだリサイクルスキームと言えるものは存在していない。

その理由の一つには、バッテリーリサイクルのビジネスの経済性が不透明なことが考えられる。自動車そのもののリサイクルの場合同様、経済性が成り立たない限り、リサイクル業者の積極的な関与やバッテリーリサイクル業界への新規参入は期待出来ない。

現時点で、HVでさえ、全保有台数の1%に満たない程度であり、大量にELVが発生する時期からしても今後の需要が読みづらい。従って、バッテリーリサイクルに必要な設備を整え、技術を蓄積するための投資を行う動機は弱いということになる。そのため参入企業は多くなく、現状はあまりコンペティティブな市場とは言えないため、経済原理に則ったリサイクルスキームおよび市場が確立されるのは、暫く先と思われる。

主な車載用電池リサイクル業者

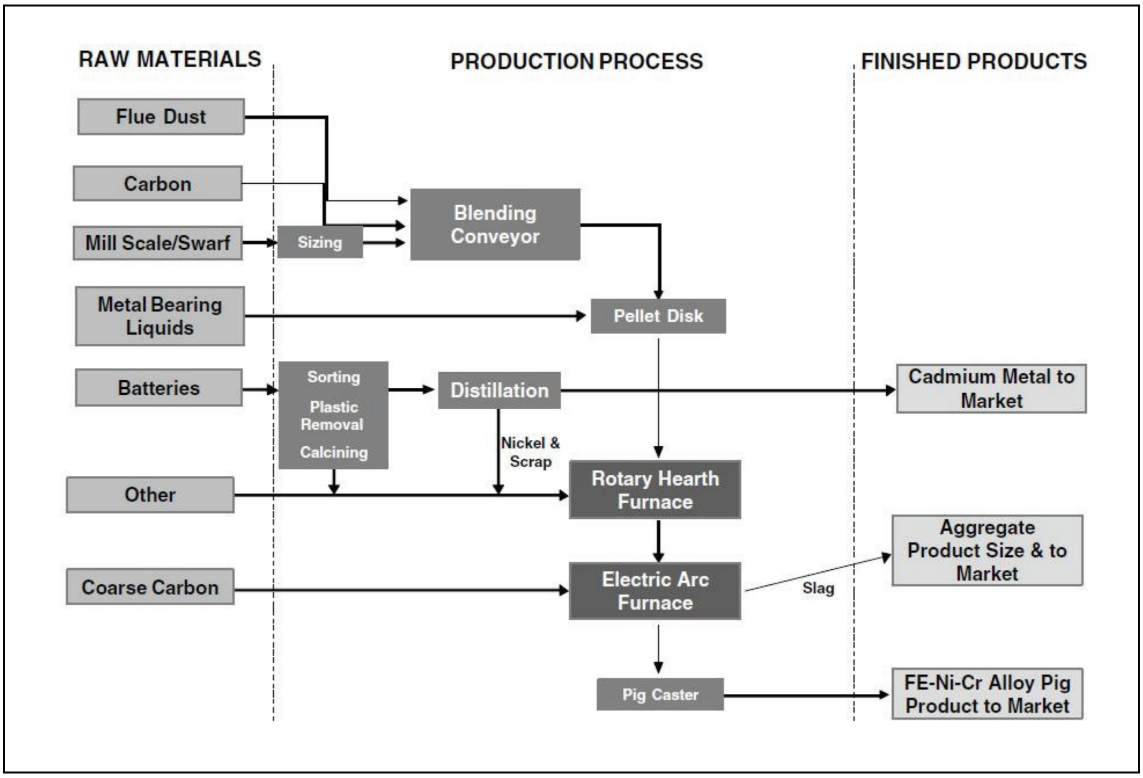
	所在地	対象電池
Inmetco	ペンシルバニア州 Ellwood	NiMH
Toxco	オハイオ州 Lancaster、ブリティッシュコロンビア州（カナダ）Trail	NiMH、LiB
Kinsbersky	カリフォルニア州 Anaheim	NiMH

1）International Metal Reclaiming Corporation (Inmetco)

本社所在地	1 Inmetco Dr, Ellwood City, PA 16117-6231, United States			代表番号	+1-724-758-5515
設立年月日	1978 年	資本金		代表者	Denise Signore
従業員数	108 名	URL	http://www.inmetco.com		
事業内容	金属リサイクル（ニッケル、クロム、鉄、モリブデン、カドミウム）、直接還元鉄の回収、ニカド電池・Ni-MH・ニッケル鉄電池等のリサイクル（金属の回収）				
会社概要	・亜鉛メーカー大手の Horsehead Crporation を所有する、Horsehead Holding Corpo. の子会社。 ・1978 年より、独自の"High Temperature Metal Recovery (HTMR) Process（高温金属回収プロセス" により、特殊鋼の製造過程で発生する、ミルスケール、削り屑等の廃棄物のリサイクルを始めた。その後この技術を使い、ニッカド電池等のバッテリーのリサイクルも行うようになった。 ・回転炉床炉（Rotary hearth furnace）を使った Inmetco 独自の直接還元鉄技術により、炭素鋼廃棄物から還元鉄を作ることができる。この技術を使い、スチールメーカーが施設内で鉄鉱粒子や石炭から還元鉄を作る支援サービスを提供している。 ・1995 年 12 月に新たなカドミウム回収設備が導入され、1996 年よりニッカド電池のリサイクルを行うようになった。同施設では、EPA より"Best Demonstrated Available Technology" に認定されたカドミウム回収技術が用いられており、鉄道、電力供給、軍隊、通信会社等のバックアップ電源用の大型産業用のセルから、携帯機器に使われる小型のニッカド電池まで取り扱う。 ・主要電池メーカーの出資により運営され、（小型家電製品用）二次電池回収・リサイクルを目的とした非営利団体の RBRC (Rechargeable Battery Recycling Corporation) が実施する電池回収プロジェクト（Call2Recycle)において、集められた電池の選別、及び Ni-MH、ニッカド電池、ニッケル亜鉛電池のリサイクル処理を担当する。				
施設	<u>ペンシルベニア州エルウッドシティ</u> ・ Inmetco のオペレーションの中心。リサイクル処理はここで行われている。北米の主要な特殊鋼メーカーから距離的に近いことからこの地が選ばれた。				

リサイクル技術（工程）	（ニッケルを含む廃棄物リサイクル） ・ "High Temperature Metal Recovery (HTMR) Process" を用いて行う。この技術の特徴は、回転炉床炉（Rotary Hearth Furnace）と電気アーク製錬炉（Electric Arc Smelting Furnace）を組み合わせてニッケル、クロム、鉄、その他の金属の回収を行うことで、主に特殊鋼製造過程で生じる、金属を含む廃棄物を利用し、回収された金属はニッケルクロム鉄のインゴットとなり、ステンレススチールの製造に使われる。 ・ 処理工程の第1段階では、材料の準備、保存、混合、供給、ペレット化までが行われる。（様々な廃棄物が入庫されるため、処理を行う上でサイズの統一が必要な場合は前処理を行う。これらの材料と煙塵、カーボンがペレット化される。） ・ ペレットは回転炉床炉に送られ、酸化金属の一部は還元され金属となる。 ・ 還元されたペレットは電気アーク炉に供給され、ニッケルクロム鉄の再溶融合金が作られる。 ・ この電気炉から排出されるスラグは処理後、主に道路の骨材として販売される。 （カドミウム回収） ・ この工程は、バッテリーメーカーのSaft ABとのライセンス契約の下に行われる。 ・ まず、ニッカド電池の金属部分が分離される。 ・ 基本的な熱処理工程を通じ、カドミウムや酸化カドミウムから高純度のカドミウム金属が生成される。このカドミウム金属は、主にニッカドバッテリーメーカーに販売される。
回収金属（利用用途）	・ニッケル、クロム、鉄、モリブデン（バッテリー由来以外も含む）：ステンレススチールの材料 ・カドミウム：新たなニッカド電池の材料、錆防止コーティングの材料 ・その他（スラグ）：カルシウム、アルミナ、シリカ、マグネシア（酸化マグネシウム）を含んだもので、電炉で作られる無害な副産物。道路や建築材料として使用される。

Inmetco 社のオペレーションの流れ



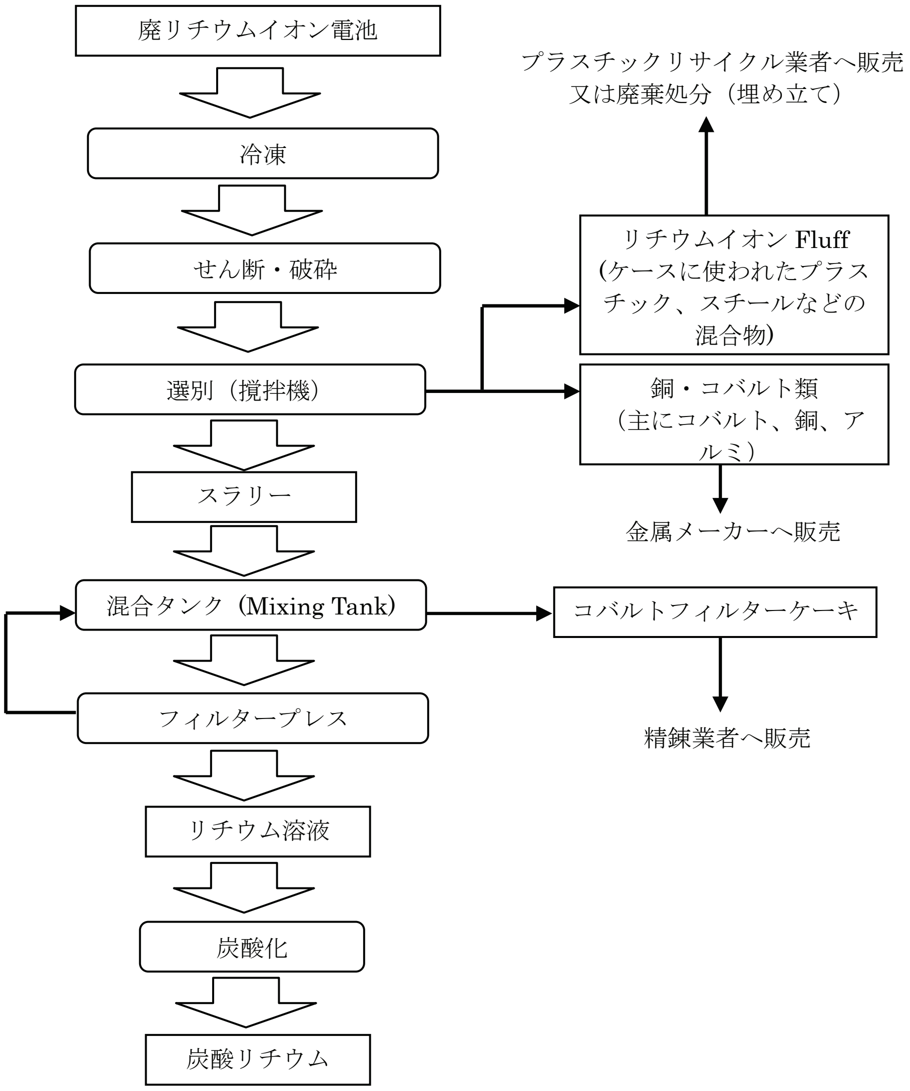
出所："2010 Annual Report", Horsehead Holding Corp.

2）Toxco Inc.

<table>
<tr><td>本社所在地</td><td colspan="3">125 E. Commercial Street, Anaheim,
CA 92801, United States</td><td>代表番号</td><td>+1-877-468-6926</td></tr>
<tr><td>設立年月日</td><td>1984 年</td><td>資本金</td><td>不明</td><td>代表者</td><td>Steven Kinsbursky</td></tr>
<tr><td>従業員数</td><td>12,000 人</td><td>URL</td><td colspan="3">http://www.toxco.com</td></tr>
<tr><td>事業内容</td><td colspan="5">各種バッテリーのリサイクル、金属のリサイクル</td></tr>
<tr><td>会社概要</td><td colspan="5">・ Kinsbursky Brothers と資本関係がある。（Kinsbursky が Toxco の株の 42%を保有）
・ 金属リサイクルの大手、Adam Steel の主要株主でもある。
・ 1 次電池も含めて、あらゆる電池のリサイクルを行う。リチウム電池のリサイクルのエキスパートでもあり、1992 年に独自のプロセスを導入し、世界で唯一全ての種類・サイズのリチウム電池のリサイクルが可能と言われる。また、それ以外でも、アルカリ、ニッカド、鉛、水銀、ニッケル水素など、ほとんど全てのタイプのバッテリーのリサイクルを行うことができる。
・ 2009 年に、950 万ドルの補助金を DOE より受けることが発表された。目的は、先端のリチウム電池リサイクル設備を建設することで、将来の HV、EV 需要拡大に対応し、大型二次電池の処理能力を高めることが狙いである。既存のオハイオ州ランカスターの施設を拡充する形で行われる。また、2010 年には約 24 万ドル、2011 年には約 7 万 2 千ドルの補助金を受けている。
・ 同社のオハイオ州ランカスターの施設で行われているニッカド電池の処理方法は、EPA より、"Best Demonstrated Available Technology（実証された利用可能な最高の技術）" に認定されている。
・ これまでに、数百万ポンドの HV 用 NiMH バッテリーをリサイクル処理している。買い取り価格は、バッテリーの状態によって大きく異なり、概ね 1 ポンド当たり 50 セントから 75 セント。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">施設</td><td colspan="5"><u>ブリティッシュコロンビア州トレイル（カナダ）</u>
　リチウム電池の、1 次電池、2 次電池の両方のリサイクルが可能な、世界で唯一の設備。また、リチウム電池、LiB の製造過程で出たスクラップのリサイクルも行う。この施設では、湿式精錬法を用いて使用済みのバッテリーのリサイクルを行い、原材料としてのリチウムおよびコバルトの製造を行う。</td></tr>
<tr><td colspan="5"><u>オハイオ州ボルチモア</u>
　大量の一般廃棄物取扱施設。この施設で、様々な種類のバッテリーが分類され、梱包された後、各処理施設へと出荷される。</td></tr>
</table>

	オハイオ州ランカスター ニッケル系電池、鉛電池の処理センターであり、その他の種類のバッテリーの集約ポイントとして機能している。ニッカド電池、Ni-MH のリサイクルに利用される同施設の加熱炉技術は、EPA よりカドミウム回収のための"Best Demonstrated Available Technology（実証された利用可能な最高の技術）" に認定されている、北米で二つしかないものの一つである。 現在、最新の LiB のリサイクル施設を建築中。（大型の LiB、NiMH の両方に対応する。）2012 年 4 月に完成し、同年 7 月には操業を開始するとのこと。
	テネシー州オークリッジ (Toxco Material Management Center (TMMC)) あらゆる種類の金属リサイクルを主に行っている。放射性廃棄物の処理、及び放射性物資用のコンテナの製造も専門的に行っている。更に、放射能汚染された設備や材料の修復も行う。尚、本施設は、DOE との業務委託基本契約を基に操業をすることを許可されている、2 社のうちの一つである。
	カリフォルニア州アナハイム（Kinsbursky Brothers Inc.) Toxco 社の主要株主である、Kinsbersky Brothers の設備。鉛酸電池、ニッケル系電池、銀亜鉛電池等の様々なバッテリー、及び貴金属のリサイクルが行われている。
リサイクル技術（工程）	(LiB) ・入庫した廃電池は、地中のコンクリート製の貯蔵庫に保管される。大型で高反応のバッテリーからは、ここで残留する電気エネルギーが取り除かれる。 ・必要に応じて Toxco の特許取得済の極低温プロセスを適用する。廃電池は、華氏マイナス 325 度に冷凍される。室温では通常、反応度が高く爆発の危険性があるリチウムも、この温度であれば比較的不活性となる。 ・せん断・破砕の後、水噴霧された撹拌機にかけられ、1)主に外装から出たプラスチックと金属の混合物、2)銅・コバルトスクラップ類（銅、コバルト、アルミニウム等からなる)、及び 3)スラリーに分離される。1)、2)で出た金属類は、第 1 次金属メーカーに販売される。プラスチック類はプラスチックのリサイクルにまわされるか、廃棄される。3)はフィルタープレス（圧ろ器）にかけられる。 ・フィルタープレスの工程において、主にコバルトとカーボンを含むコバルトフィルターケーキが取り出され、これも金属メーカーに引き渡される。 ・最後に残るのがリチウム溶液で、これは炭酸化されて炭酸リチウムとして販売される。 ・有害な電解液は、中和され安定した化合物となる。プラスチック類やその他の材料も、適宜リサイクルまたは廃棄される。

LiB のリサイクルプロセス

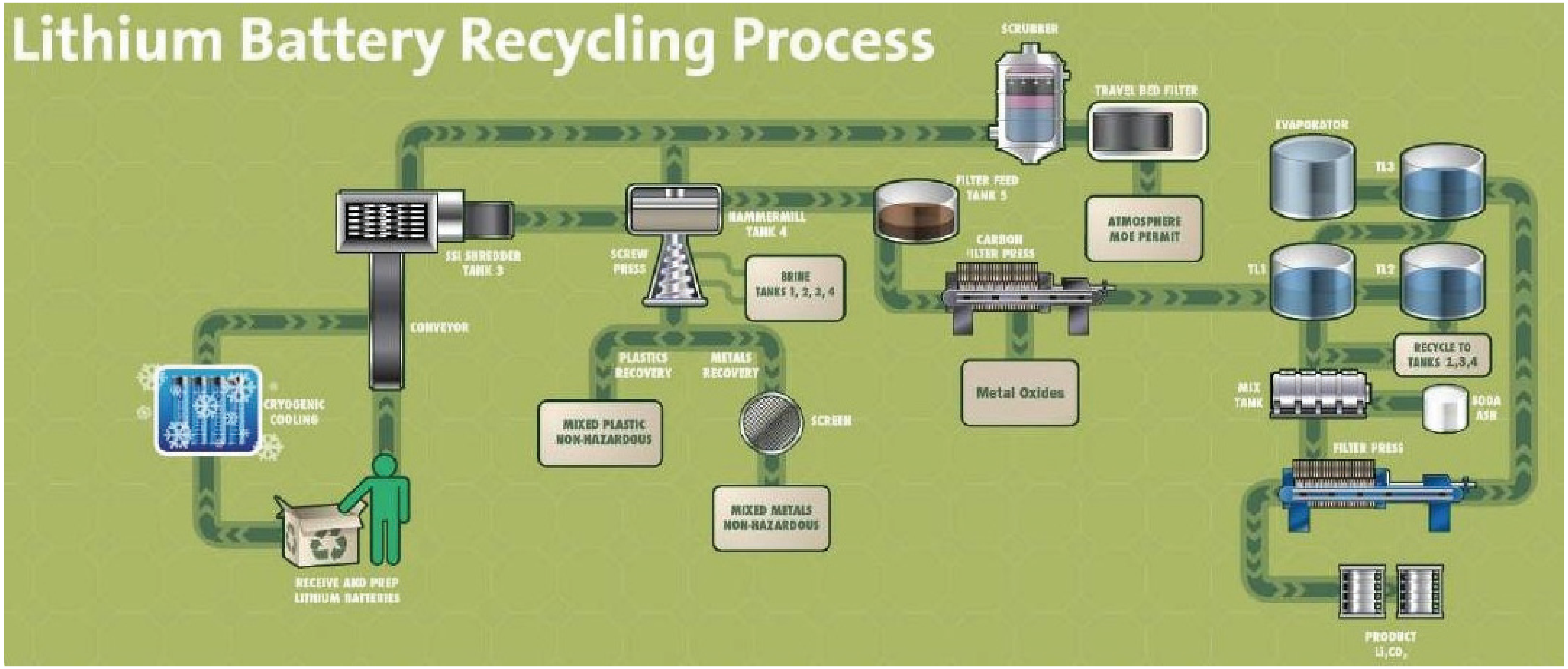


(NiMH)

- 手作業でバッテリーを分解。NiMH セルを、プラスチックまたは金属製のケースから取り外す。（バッテリーは完全に放電されていないため、感電事故に注意する必要がある。よって作業員には十分な訓練が必要。）
- バッテリーセルは、供給用の缶によりレトルト炉に入れられ、摂氏 1,000 度まで加熱される。
- 加熱の初期段階では、自由水とプラスチックが蒸発し、それらはウェットスクラバーに集められ処分される。
- レトルト炉を通じて最終的に残るのはニッケル鉄合金で、これが製品として販売される。

回収金属（利用用途）	(LiB) ・ 主にリチウム、ニッケル、コバルト：主に電池の材料として再利用される。 （上記のリサイクル工程では、コバルト同様、ニッケル、マンガンも回収される。これらは、多くの場合酸化物、水酸化物として販売される。） ・ ニッケル：ステンレススチールの材料 ・ 銅・アルミ：金属メーカーの材料 (NiMH) ・ ニッケル：電池材料、ステンレススチール用 ・ ミッシュメタル、銅、アルミなどの副次的金属：金属メーカーの材料

Toxco のリチウムイオン電池リサイクルプロセス（詳細図）



3) Kinsbursky Brothers, Inc.

本社所在地	125 E. Commercial Street, Anaheim, CA 92801			代表番号	+1-714-738-8516
設立年月日	1958 年	資本金	不明	代表者	Steven Kinsbursky
従業員数	75 人	URL	http://www.kinsbursky.com		
事業内容	廃棄物処理およびリサイクル（バッテリーの処理・リサイクル、家電製品のリサイクル、貴金属の回収）				
会社概要	・上記の Toxco Inc.の主要株主で、42%のシェアを保持。 ・パソコン、テレビ、携帯電話などの廃家電の処理も請け負う。これらの製品から取れる回路基板、コネクタ等に加え、自動車用触媒コンバーター、貴金属触媒、貴金属溶液等からの貴金属の回収も行う。 ・1988 年、Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)（資源保全再生法）に基づいた、EPA の認可施設となる。1998 年には、2 度目の RCRA 認可を受け、バッテリーと有害廃棄物の取扱いを許可される。				
施設	上記、Toxco, Inc.を参照				
リサイクル技術（工程）	・廃棄物の種類、回収金属により、湿式、乾式の製錬工程を使い分ける。 LiB、NiMH バッテリーに関しては、上記、Toxco, Inc.を参照				
回収金属（利用用途）	上記、Toxco, Inc.を参照				

4）Norilsk Nickel

本社所在地	22 Voznesensky Pereulok 125993 Moscow, Russia			代表番号	+7 (495) 787 7667
設立年月日	1997 年	資本金	不明	代表者	Vasily N. Titov
従業員数	26,375 名	URL	http://www.nornik.ru/en/		
事業内容	1）ニッケル鉱石・銅鉱石等を含む、鉱物の探査、採掘、精製、冶金処理、2）卑金属・貴金属の生産、マーケティング、販売、3)運輸、ロジスティクス				
会社概要	・正式名称は、Open Joint Stock Company "Mining and Metallurgical Company "Norilsk Nickel"。 ・ニッケルとパラジウムの生産は世界一。プラチナと銅の生産も世界トップクラス。副産物として、コバルト、ロジウム、銀、金、イリジウム、ルテニウム、セレニウム、テルリウム、硫黄も生産している。ロシア、オーストラリア、ボツワナ、フィンランド、南アフリカに生産施設を持つ。 ・2010 年時点で、ニッケルの埋蔵量は、573 万トン。年間生産量は 29 万 7 千トン。 ・AkkusSer とパートナーシップを結んでおり、同社で Ni-MH バッテリーなどから回収されたニッケルを引き取り、金属ニッケルの製造を行っている。				

5）AkkuSer Oy

<table>
<tr><td>本社所在地</td><td colspan="3">Alasintie 8 85500 Nivala 85500, Finland</td><td>代表番号</td><td>+358-503120591</td></tr>
<tr><td>設立年月日</td><td>2005 年</td><td>資本金</td><td>不明</td><td>代表者</td><td>Jarmo Pudas</td></tr>
<tr><td>従業員数</td><td>約 10 名</td><td>URL</td><td colspan="3">http://www. http://www.akkuser.fi/en/index.htm</td></tr>
<tr><td>事業内容</td><td colspan="5">バッテリーのリサイクル（Ni-MH、LiB、ニッカド、鉛蓄電池等）</td></tr>
<tr><td>会社概要</td><td colspan="5">・独自の Dry-Technology®という技術により、Ni-MH、LiB、ニッカド、鉛蓄電池等のバッテリーのリサイクル処理を行っている。同技術では水も化学薬品も使用しないため、液体排出物が全く発生せず、固体廃棄物の発生も極めて限られているという点が特徴である。また同社は、EU では、環境に負荷をかけない方法で行うバッテリーリサイクルの技術を開発した最初の企業とされており、バッテリー材料のリサイクル率は 90%以上である。更に同技術では、旧来の技術に比べると、操業費が概ね 90%低いとされている。
・同社のリサイクル工場はフィンランドの Nivala にあり、ISO14001 と ISO9001 の認証を受けている。また、2008 年 9 月 26 日に施行された、battery and accumulator directive における規定にも対応している。（「バッテリー及び蓄電池メーカーは、形状、サイズ、組成、用途に拠らず、自社の製品は全てリサイクルすることが義務付けられている」という規定。）また、この工場は、フィンランドで発生するバッテリー・鉛蓄電池の全てを処理するキャパシティがあるとされる。（現在、ノルウェー、エストニアで回収されるリチャージャブルバッテリーとバッテリー廃棄物のほとんどを、またノルウェーとスウェーデンで発生するものの約半分を同社で処理している。）
・同社で LiB やリチウムポリマー電池から回収された正極材は、OMG Kokkola Chemicals に送られ、新たな LiB に使用されるコバルト化合物の材料として利用される。一方、ニッケルメタルバッテリーから回収されたニッケルは、Boliden Harjavalta の製錬所や Norilsk Nickel の最寄の工場に送られ、金属ニッケルの製造に使われることになる。このように、他社との効果的なパートナーシップを多く結ぶことにより、同社の競争力がより高められている。</td></tr>
</table>

3-2. ELV-LiB リサイクルの可能性

米国では前述のように Toxco が大型 LiB のリサイクルを手がけている。大型バッテリーリサイクルの処理設備を持っている、LiB リサイクル実績があるという意味で、現時点では Toxco が北米で大型 LiB のリサイクルの代表ということになる。

ただ Inmetco を初めとしたその他電池リサイクル業者でも、大型 LiB のリサイクルが魅力的となれば、技術的に ELV-LiB のリサイクルは可能であり、参入する可能性はある。

3-3. ELV-LiB リサイクル技術開発動向

大型 LiB のリサイクル技術については、積極的な開発はそれほど行われていないというのが現状である。EV の廃車発生予測はできたとしても、特に正極材として使用される物質が様々かつ流動的であり、ビジネスとしての実現可能性が計算できないということがその背景にある。ただ処理効率を高め、リサイクルコストを低減させる技術開発が行われていないため、結果として事業性が見えず、リサイクル需要増加につながる用途開拓も今のところは積極的に行われている様子もない。

このような状況の中、技術開発の例を挙げるならば、先に紹介した Toxco が特許取得している冷凍破砕方式がある。これは、まずバッテリーで破砕する前に液体窒素で冷凍し、高エネルギー容量の LiB をいったん不活性な状態にして、放電などの工程なしに処理してしまうというものである。高容量の大型バッテリー（LiB、NiMH）を想定した場合、感電などの危険に対処する必要があるので、その意味で興味深い技術と言える。

また今後の技術動向としては、リサイクルを容易にするような技術の開発が望まれている。可能な限りプロセスを標準化し、コストの低減を図ることが必要である。加えて、環境保護にとってより好ましいリサイクル技術の開発も極めて重要である。1)リサイクルを容易にする技術、2)環境によりよい結果をもたらす技術、の 2 つが最も求められるといわれている。

3-4. ELV-LiB リサイクルの展望

米国では各州の自治権が強く、連邦法にて全米規模で自動車のリサイクルを義務付ける法律を施行することは困難と言われている。LiB についても Department of Transportation（運輸省）にて高容量バッテリーの輸送と保管に関する規制は立法化されようとしているが、リサイクルについてではない。

法律による規制が行なわれない中では、実際に回収、リサイクルに携わる事業者にとって、ビジネスが成り立つことが絶対条件となる。具体的には正極材として使用される材料（コバルト、リチウム、ニッケル、マンガン等）が回収するに値する種類のものであることが重要となる。その意味では、現状価値が認められるのはコバルト、ニッケルぐらいであり、これらの材料がどの程度使用されるかによってビジネスとしての価値が決まり、結果としてリサイクルが推進されることになる。現在米国では、NCM（ニッケル、コバルト、マンガン）の三元系が正極材の主流となると言われており、この状況が変わらなければ、リサイクルへの優位性があると言うことになる。

前述の通り、現在の ELV のリサイクル率は 95%以上で、現行車に搭載されている鉛蓄電池についてはバッテリー再生業者等における事業性が成り立ち、同様にリサイクルされている。

一方、二次電池となると、家庭用であれば「Call2Recycle」という回収・リサイクルプログラムが組まれて、処理されている。車載用についても、家庭用同様に関係機関（自動車メーカー、電池メーカー等）による回収・リサイクルプログラムを構築し、また自動車メーカー、電池メーカーによる「リサイクルしやすい設計」を進めることにより、リサイクル自体のコスト低減を実現し、さらにリサイクル事業者の事業性を高める努力が必要とされている。

なお現状米国では、二次電池のリサイクルが可能な施設は 6 ヶ所、カナダに 2 ヶ所ほどしかなく、そのうち LiB のリサイクルが可能な施設は 3 ヶ所程度となる。LiB の搭載車種が増え、ELV-LiB の発生が本格化した際にはリサイクル施設の拡充も不可欠となる。

ただ電池メーカー、自動車メーカーで、バッテリーの平均寿命を 15 年となるよう研究開発を進めており、バッテリーの寿命が延びれば、ELV-LiB の発生は先となる。また各自動車メーカーや研究機関等で車載用電池の二次利用研究も行われており、まずは二次利用が可能な限り行われ、リサイクルはその後となるため、リサイクルへの取組みはまだ本格化していないというのが現状となる。

LiB リサイクルにおける課題

・法による強制が困難（州の自治権が強いため、米国全体に適用出来る連邦法の制定が困難）
・リサイクルにより回収される材料（レアアースなど）の市場価値が不透明（事業性が不透明）
・リサイクル施設の未整備（電池リサイクル業者の数自体が少ない）
・事業性が不透明なこともあり、リサイクルコスト低減に繋がる技術開発が不十分

上述のように ELV-LiB については、リサイクルよりも二次利用することで、高価な電池コストを低減させていこうという取組みが先行している。

その車載用 LiB は 7 年から 10 年ほど使用した場合、新品の蓄電容量と比較すると 20%から 30%落ちると言われている。蓄電容量が 70%にまで劣化したバッテリーは、車載用としては継続して使用できないとされるが、家庭用、商業用電源のバックアップ、風力、太陽光発電などの再生可能エネルギーの蓄電用など、他の用途での使用は十分可能である、というのが一般的な見解である。

これらの用途での二次利用が前提となれば､使用済みとなった EV 等の残存価格にその価値を反映させることが可能で、ユーザーにとって EV がより購入しやすいものとなり、普及が加速するとの期待がある。このことから、産官学にて ELV-LiB の二次利用について検討されている。

車載用電池の二次利用については、まず NiMH を中心に 90 年代終わりから 2000 年代初めにかけて研究が行なわれている。ただ有望な市場であることは予想されたが、NiMH を搭載した自動車の市場が非常に限定されていたことと、また二次利用した時の電池劣化度合いが不透明、ELV から回収した電池の加修必要有無の問題等から、実際に二次利用されるまでには至らなかった。

車載用 NiMH 等の二次利用に向けた研究

・1997 年、USABC (US Advanced Battery Consortium)の出資による ANL (Argonne National Laboratory)の研究
・2002 年、SNL (Sandia National Laboratory)と DOE の支援による Sentech の研究
・Southern California Edison の"Electric Vehicle Battey 2nd Use Study（EV の二次利用に関する調査）"

その後、NiMH を搭載した HV が本格的な普及段階を向かえ、また二次利用に際しての状況も変化している。それに伴い、再び研究機関や自動車メーカーにて二次利用に向けて

研究活動が開始されており、新たな展望が開けつつある。

車載用電池二次利用研究の背景

- 排出ガス削減、エネルギーPHEV や EV への関心が近年急激に高まっている。
- オバマ大統領が掲げた、2015 年までに 100 万台の EV や PHEV をアメリカで普及させるという目標のもと、EV 市場の拡大を連邦政府も積極的に後押ししている。（EV 自体の市場拡大が具体化してきた。）
- 太陽光、風力等の再生エネルギーの利用拡大（蓄電設備と共に利用することにより普及促進が期待できる。）
- ピーク時の最大電力負荷低減、エネルギー効率化、電力負荷管理等を重要視する新たなトレンド
- スマートグリッド、低電力ビル、ユーティリティの信頼性には、バッテリーのような蓄電システムが必要。
- グリーン経済のための、電池製造業における巨額の投資
- バッテリーのリユースにおける価値の分だけ、バッテリーに対する初期費用を抑えることが可能

具体的には、DOE（エネルギー省）が管轄し、米国で唯一の再生エネルギー及びエネルギー効率化の研究開発に特化した国立研究所「NREL（National Renewable Energy Laboratory：国立再生エネルギー研究所）」が、産業界、学術研究界と提携し、EV のリチウムイオンの二次利用に関する研究を進めている。

提携パートナーは、「The California Center for Sustainable Energy（CCSE）」が率いるグループで、以下の大学、企業がメンバーとして参加している。

- University of California, Davis（カリフォルニア大学デイビス校）「Plug-in Hybrid Electric Vehicle Research Center」
- University of California, Berkeley（カリフォルニア大学バークレー校）「Transportation Sustainability Research Center」
- University of California, San Diego（カリフォルニア大学サンディエゴ校）「Strategic Energy Initiative」
- San Diego Gas & Electric（ユーティリティ会社）
- AeroVironment（クリーンエネルギーに関するソリューションを手がける会社）

その NREL の活動は、DOE の「Office of Energy Efficiency and Renewable Energy」の出資により進められている。CCSE との共同プロジェクトの予算の総額は 130 万ドルで、

49%は DOE から､残り 51%は CCSE とそのパートナーの出資でまかなわれている。また、上記の CCSE メンバーも含めた、主な企業・団体・研究機関の活動は以下の通り。

団体名	研究活動の内容
AEP(American Electric Power) & EPRI (Electric Power Research Institute)	・AEP は、アーカンソー州、インディアナ州、ケンタッキー州、テキサス州等の 11 州でサービスを提供する電力会社。EPRI は、発電、送電、電力利用等の研究開発を行う独立した非営利の公益団体。 ・両社が共同で、Community Energy Storage (CES)（地域のエネルギー貯蔵）において、PHEV/EV またはその他の自動車用バッテリーを蓄電に使う研究を実施。
UC Davis（カリフォルニア大学デイビス校）	・CEC (California Energy Commission) の出資により実施されるプロジェクト、"Second Life Applications and Value of Traction Lithium-ion Batteries"における提案依頼を発行。高い利益が見込める二次利用戦略に関する調査を行い、Home Energy Storage Appliance (HESA)（家庭用蓄電装置）の開発の委託先を募集。(The California Center for Sustainable Energy (CCSE)およびそのパートナー（UC Berkeley）が選出された。CCSE に 992,378 ドル、UC Berkely に 99,500 ドルが支給された。) ・上記プロジェクトにおけるタスクは、1)可能性のある二次利用の用途を特定、2)使用された（中古の）EV 用バッテリーを入手し、テストする、3)プラグイン自動車用バッテリーの、自動車用と二次利用と合わせた、トータルの価値を行うこと。
UC Berkeley（カリフォルニア大学バークレー校）/CEC	・上記 CEC 出資のプロジェクトに参加。 ・上記プロジェクトにおいて、同校の Transportation Sustainability Research Center は、リチウム電池の最適な一次利用と二次利用トータルの価値計算方法の開発を担当。
Rochester Institute of Technology（ロチェスター工科大学）	・The New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA) より 195,869 ドルの助成金を受け、廃棄物と埋め立てを最小化し、材料の再利用を最大化するための、LiB のリサイクルとリユース手法を開発している。同時に、デバイス全体の持続可能性を高めるための設計パラメータも開発している。 ・バッテリーメーカー、the New York Battery and Energy Storage Technology Consortium と協力して、既存のビジネス活動に、リユースの流れを組み込むための方法も開発中。
Nissan	・住友商事との合弁で、フォーアールエナジー株式会社を 2010 年に設立。バッテリーの二次利用に関する事業検討及び実証実験を実施。 ・北米日産、ABB（電力関連の装置、技術のトップ企業）、フォーアールエナジー、米国住友商事の 4 社で、米国における Nissan Leaf の LiB 二次利用の事業化検討に関してパートナーシップ契約を締結。使用後の EV 用バッテリーの二次利用による、商業・産業用蓄電システムやバックアップ電源について、市場ニーズの調査やビジネスモデルの検討、試作システムの開発や技術評価、実証試験並びに事業性の評価を実施予定。

General Motors	・ABB と提携して、同社の Chevrolet Volt に使用されたバッテリーパックを使った蓄電システムの開発を行っている。
Enerdel	・伊藤忠商事と提携して、東京近郊の主要なマンションに向けの住宅用スマートグリッド蓄電システムの開発を行う。これにより、バッテリーの二次利用市場の開発を目指し、再生可能エネルギー、EV への高速充電、地域の電力網への重要なリンクも構築する。
Better Place	・Nissan-Renault アライアンスと提携して、使用済バッテリーの二次利用用途の評価を行っている。
NREL (National Renewable Energy Laboratory)	・DOE の出資により、二次利用における PHEV/EV 用バッテリーの可能性と価値に関する研究、及び使用みバッテリーの能力に関するデータの収集を行っている。 ・上記 CCSE とそのグループとの共同研究を実施。

また EV 等を販売する自動車メーカーでも LiB の二次利用について研究・検討が進められている。

米国市場での主要 EV モデルである「Chevrolet Volt」を販売する General Motors は、電力エンジニアリング企業「ABB」と提携して、Volt に使用されたバッテリーパックを使った蓄電システムの開発を行っている。両社の推計によると、Volt のバッテリーパック 33 台で米国国内の 50 世帯が最大 4 時間使える分の電力を供給できると言う。また、2011 年には 25kWh のプロトタイプの蓄電システムを開発中で、これは米国の一般家庭の 5 世帯分、もしくは小規模の小売業者、小規模の工場などで使用される電力量とほぼ同じとなる。なお 50kWh の蓄電能力を実現することが当面の目標としており、これが実現すれば、例えば、風力発電や太陽光発電により蓄電し、それを電力網に供給し、電力会社が電力使用のピーク時への備えとすることも可能とされる。

またロサンゼルスにある EV 専業メーカー「Coda Automotive」でも 2012 年 1 月にエネルギー貯蔵（蓄電）に特化した会社を立ち上げると発表している。急成長が明らかな EV 用電池の二次利用市場で大きな利益を得ることが出来ると期待している。新会社の名称は「Coda Energy」で、電力供給や停電時のバックアップとして使用されるバッテリーシステムの設計を専門に行うとしている。なお Coda はアップルやサムソン向けの LiB を製造している電池メーカー「Lishen」とパートナーシップを結んでいる。

その他、米国 Nissan も先の GM 同様、ABB と契約を結び、EV「Nissan Leaf」のバッテリー（LiB）を使った実験を開始している。両社は 50kWh の蓄電能力をもつシステムのプロトタイプを開発することを当面目指しており、これは、15 世帯の 2 時間分の電力量に相当する。Chrysler でも LiB の二次利用についての研究を進めており、リユースをビジネスとして進めるためのインフラ整備、リユースを可能にするための技術開発、最終的にリサイクルされる時のレアメタル等の材料の価値判断等の課題に取り組んでいる。

このように EV 用電池の二次利用に関しては可能性が認められており、用途、経済的価値、技術開発、インフラ整備等様々な研究が進められている。しかし現時点ではあくまで研究段階であるため、具体的な市場はまだ立ち上げあっていない。前述の NREL プロジェクトでの検討課題以外にも、EV 用電池の二次利用には解決すべき課題が多数存在する。

EV 用電池二次利用に向けての課題

- ・自動車用途を終えたバッテリーセルの劣化診断方法の確立
- ・バッテリー回収メカニズムの構築
- ・リユース用バッテリーの販売網・ルートの構築
- ・解体業者、整備工場等でのバッテリーの取扱いに関するトレーニング

現在、実用化に向けた研究開発は初期段階ではあるが、二次利用への方向性は流動的ではある。ただ EV が普及しはじめており、使用済みの電池が本格的に発生するまでにこれらの課題がクリアされていくことが望まれる。

技術的な目処がつけば、マテリアルリサイクルの前に再利用を検討することは極めて合理的なことである。政府、学術研究機関、自動車業界がほぼ揃って研究を始めている現在、実用化は時間の問題という印象を受ける。リサイクルと単純に比較することが妥当とは考えないが、バッテリーの一生の中で、リサイクルよりリユースが時間的に先に来るものであること、用途のバリエーションが比較的豊富であること、経済的合理性がある程度証明されつつあること（つまりビジネスとして実現可能性がより高いこと）などを考慮すると、少なくともアメリカにおいては、リユース市場の開拓が先に進むと予測される。後述するように、リサイクルのための研究も進められており、リユースと平行して進められるべきものであることは間違いないが、市場原理を最優先するアメリカでは、リユース市場の拡大が、リサイクル市場の構築より顕著となるように思われる。

4. ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況

4-1. 廃電池関連法令

米国では、日本の「自動車リサイクル法」に相当する連邦法が無いため、法的に確立された回収・リサイクルのスキームは存在しない。同様に EV、HV 等に使用されているリチウムイオン等の駆動用電池の処理に関する法律、リサイクルを義務付ける法律も存在していない。

ただ米国の場合、環境や資源の保護に関する製造者の責任（EPR: extended producer responsibility）に代わるものとして、プロダクトスチュワードシップ（product stewardship）が存在する。これは、製品のライフサイクルに関わる全ての関係者（製造者、小売業者、ユーザー、処理業者等を含む）は、製品が環境へ与える影響を削減させる責任を負っているという考え方である。そのプロダクトスチュワードシッププログラムで全国規模で実施されているものは、特定の危険物質に関するものや、特定のリサイクリング目標に関する自発的プログラムが中心となる。自動車関連としては水銀スウィッチやタイヤが危険物質を含むものとしてリサイクルが推進されている。なお、これらの危険物質による環境汚染を防ぐべく、州でも様々な個別のプログラムが推進されていて、州法として整備されているものもある。

水銀スウィッチ	2006 年に創設された自発的なスキームで、国、州、産業界、環境非営利団体の連合による、the National Vehicle Mercury Switch Recovery Program (NVMSRP) を通じて、ELV がリサイクルのためにシュレッダーにかけられる前に、安全に水銀スウィッチをとりはずすことが推進されている。
自動車タイヤ	あらゆるレベルの政府の政策決定者は、自動車用タイヤに関する問題に非常に注目しており、タイヤのリサイクリングとリユースを支援するための活動を行っている。

米国における水銀リサイクルに関する州法

州	法令・プログラムの名称（制定時期）	法令・プログラムの概要
Main	The Electronic Waste Recycling Act of 2003（2003 年）	特定の種類の家電製品廃棄物の回収とリサイクルにかかる費用の財源確保が主な目的
Wisconsin	The Wisconsin Mercury Switch Recycling Program (2001 年)	2001 年に設立された、民間と公の共同プログラム
New York	New York State Law	シュレッダー業者と解体業者は、処理前に水銀スウィッチの取り外しを要求されている

Iowa	The Iowa Mercury Free Recycling Act（2006 年）	この法律により、ELV から取り外された水銀スウィッチのリサイクルプログラムが設立された。本プログラムでは、自動車リサイクル業者に対し、回収された水銀スウィッチ一つにつき 5 ドルのインセンティブが支給されることとなっている。

4-2. ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況

米国において、EV 用 LiB の回収およびリサイクルは、オバマ大統領が強力に推進し、2009 年 2 月 13 日に可決、その 4 日後に調印された、「the American Recovery and Reinvestment Act of 2009（2009 年米国再生・再投資法）」に基づいて検討されている。

米国再生・再投資法の目標

・現在の雇用を守り、新しい雇用を創造する
・経済活動に拍車をかけ、長期的成長への投資を行う
・政府支出において、これまで以上の説明責任を果たし、透明性を実現する

この再生法に基づいて、Department of Energy（DOE：エネルギー省）が米国企業による LiB のセルの製造を支援している。さらに原材料を再利用すべくリサイクル技術の開発、リサイクル施設の拡充も支援している。特に近い将来、多くの使用済電池の発生が予測される LiB からのリチウム、コバルト、ニッケル等の回収およびリサイクルを目的とした様々な研究を支援している。

なお米国における連邦政府レベルの財政支援による PHEV／EV 関連の研究開発プログラムはエネルギー省（DOE）の Energy Efficiency and Renewable Energy 部局が所管する Vehicle Technologies Program を中心として展開されている。

そのプログラムの一つに U.S.DRIVE（Driving Research and Innovation for Vehicle Efficiency and Energy Sustainability）がある。U.S.DRIVE は、拘束力がなく、法律による縛りもない自主的な産官のパートナーシップであるが、主に先進的な自動車及び関連のエネルギーインフラ技術に関する研究開発を行っている。この U.S.DRIVE に参加するメンバーは、「パートナー」と呼ばれ、DOE の他、自動車業界、エネルギー業界、電力業界の各企業が参加している。主要な「パートナー」一つが 1992 年に創立された USCAR （U.S. Council for Automotive Research LLC）で、Chrysler、Ford、General Motors の自動車大手 3 社の共同研究体である。

USCAR の研究目的

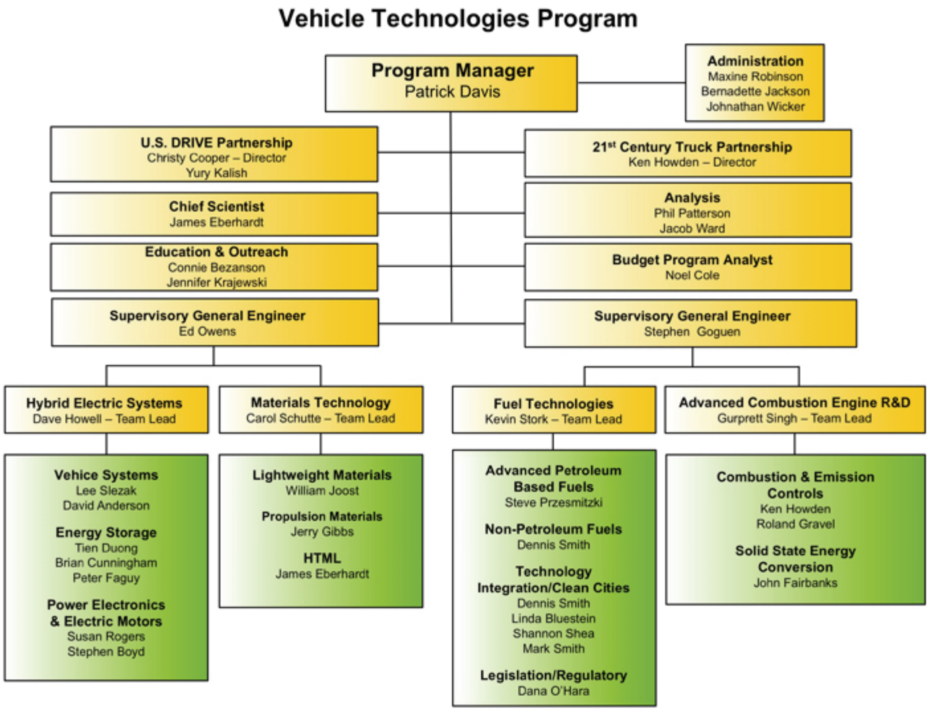
・自動車関連技術の進歩のため、共同研究開発を創造し、支援し、運営すること
・環境と社会のニーズに敏感に反応し、公共、民間それぞれの利害関係者を活動に含めること

USCAR は特定の分野で研究を行う、いくつもの専門グループから構成されている。これ

らのグループは、技術開発の促進や研究投資の価値の向上に努めており、DOE からも支援を受けている。バッテリーに関する研究は、USABC（U.S. Advanced Battery Consortium LLC）が担当しており、エネルギー貯蔵技術を開発し、燃料電池、HV、EV 等の実用化・商業化を目指している。

一方、EV 用電池のリサイクルに関してはこの USCAR と前述した自動車リサイクル研究を行なっている「Vehicle Recycling Partnership（VRP）」が協力して作業を進めようとしている。この二つの組織で、自動車リサイクルにおけるベストプラクティスの開発を目指した取り組みを行っており、設計や解体におけるベストプラクティス、適切なリサイクルの技術等の開発に取り組んでいる。その中で Toxco 等のリサイクル業者、バッテリーメーカーともディスカッションの場を設け、課題の抽出、解決に取り組んでいる。

その他 VRP では、バッテリーのリサイクルをしやすい設計の研究にも取り組んでいる。例えば、処理する際に分解しやすいデザインにしたり、ラベリングを標準化し、ラベルをスキャンするだけで、バッテリーで使用されている材料がわかるようにするなどが検討されている。



（出所：http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/about/fcvt_org_charts.html#bezanson）

5. LiB リサイクル特許

LiB のリサイクルに関する特許の中で、車載用 LiB のリサイクルに関するものは、前述した Toxco の低温冷却方式によるリチウム再生プロセスのみと見られる。その他、関連すると見られる特許を以下に示す（対象は、出願者がアメリカ企業のもの）。

タイトル	申請日	出願者	内容
Toxco の低温冷却破砕方式			
リチウム再生プロセス US パテント番号：5,888,463	1998.01.02	Toxco, Inc. (Anaheim, CA)	・リチウム電池は、極低温に冷却、粉砕され、LiOH の添加により pH調整された水と反応する。結果として生じた塩は十分に脱水され、場合によっては電解層で更に精製され、極めて汚染の少ない LiOH が生成され、再利用される。 (特許請求範囲) ①リチウムを含む廃棄物からリチウムを回収するプロセスは、以下のステップを踏む。リチウムを含む廃棄物の低温冷却、冷却された廃棄物の粉砕、冷却・粉砕されたリチウム廃棄物と水との反応、及びその結果としての水中でのリチウム塩の生成。この水の pH を十分に高く維持し LiOH を加えることにより、H.sub.2 S の形成を防ぐ。更に、リチウム廃棄物と水の反応によって生じたリチウム塩を分離する。 ②上記①では、pH を 10 に維持 ③上記①におけるリチウム（を含む）廃棄物は、リチウム電池を含む。 ④上記①における廃棄物は、液体窒素（N.sub.2) に浸すことにより冷却される。 ⑤上記①では、H.sub.2SO.sub.4 溶液により前述の塩を溶解するステップを含む。 ⑥上記⑤では、溶解された塩を電解層に送り、LiOH を生成するステップを踏む。 ⑦上記⑥では、前述の LiOH の一部が水に加えられる。水中では、リチウム廃棄物が反応することにより前述の pH が十分に高く維持される。

タイトル	申請日	出願者	内容
			⑧上記⑥では、この LiOH が CO.sub.2 と反応し、LiCO.sub.3 を生成する。 ・廃棄物（リチウムバッテリー）を冷却することにより、室温での処理に比べて、5～6 桁のレベルで反応度が弱まり、作業の安全性が増す。 ・粉砕されたバッテリーの粒子は、サイズの均一度が高い。よって取扱いがしやすく、後のプロセスにおける反応度が一定。 ・リチウムイオンの回収率が 97%と効率的。
上記と関連する技術			
バッテリー等の反応物質の中和法と装置 US パテント番号：4,637,928	1982.08.06	Greatbatch Enterprises, Inc. (Clarence, NY)	・安全にバッテリー等の反応物質をケース内に含む製品を取り扱う方法と装置に関するもの。ケース（外装）を開け、内部へのアクセス可能とする。液体を内部に導入し、発生するガスは全て取り除く。 （特許請求範囲） ①安全に高エネルギー容量のリチウムバッテリーを取り扱う方法。バッテリーのケースには反応物質が含まれる。処理のステップは以下の通り。 ◆ バッテリーのケースを開くため、ハンマーミルを使用。バッテリー内部へのアクセスを可能にする。 ◆ 同時に、このハンマーミルにアルカリ中和液を浴びせ、その中和液がバッテリー内部に届くようにし、反応物質を中和させる。ハンマーミルの刃が、中和液の流れを加速する。 ◆ 中和液を回収する。ハンマーミルから出したバッテリーの外装を開け、中和液をコンテナに一定量入れる。 ◆ バッテリーの外装を空けたときに発生するガスを取り除く。反応物質を中和させ、粒子状の汚染物質をそのガスから取り除く。 ◆ コンテナ内の液体を冷ます。 ◆ コンテナ内の液体をろ過し、規定のサイズ以

タイトル	申請日	出願者	内容
			上の粒子状物質を取り除く。 ②上記①における液体の冷却は、井戸水との熱交換システムを通ることによって行われる。 ③上記①におけるガスの不純物除去においては、第一段階で酸性ガスを取り除くため、第二段階で霜を取り除くために浄化を行う。 ④上記①における上述のコンテナからろ過した液体の一部は、ハンマーミルに戻される。 ・この技術と装置により、リチウムセル廃棄物に関連する反応物質の処理を、安全な方法で行うことができる。 ・危険物質の中和法の新しい技術であり、廃棄物処理において十分な責任を果たすことが可能。 ・再利用可能な材料のリサイクルと、それ以外の廃棄物の安全化（解毒）を可能とする。その結果、廃棄物処理の安全が確保できる。 ・リチウムセルなどの反応物質の破壊、中性化、安定化を可能とする方法を提供し、そのような物質のリサイクル、または安全かつ恒久的な廃棄が可能となる。つまり、ランドフィル（埋め立て）においても安全性が確保できる。
金属含有電気部品のリサイクル法 USパテント番号：5,325,270	1992.09.11	Valence Technology, Inc. (San Jose, CA)	・本発明では、金属含有電気部品から一つ以上の金属を回収し、リサイクルを行う。金属含有電気部品をなるべく不活性の環境で粉砕し、水溶性の物質と不溶性の物質とに分離し、これらの物質のうち少なくともひとつから金属化合物を回収する。 (特許請求範囲要約) ①金属含有電気部品（リチウム化合物を含むアルカリ電池、コンデンサー、スーパーコンデンサー等）を粉砕。 ②粉砕されて出来た金属含有固形物を抽出し、水溶性の物質を取り除く。 ③生じた金属を含む不溶性の残留物を強力な酸で

タイトル	申請日	出願者	内容
			酸性化。 ④上記③の酸性水溶液から、不溶性の金属塩を沈殿させる。 ⑤上記④の固形残留物を金属酸化物に変換。 ⑥上記③の残留物を燃焼。 ⑦上記の水溶性化合物を含む水溶液を加熱蒸留する。 ⑧上記⑦より、金属塩を回収する。 ・不活性の環境で、反応性の高い電気部品の粉砕、抽出、その後の貯蔵、運搬を安全に行うことが出来る。
危険物質の中和方法 US パテント番号：5,345,033	1992.12.23	Toxco, Inc. (Claremont, CA)	・危険な（有害な）物質を中和する方法で、物質、または場合によってはその物質を含む装置は、まず大気温度より大幅に低い温度へ冷却される。これにより、その物質は装置から安全に抽出され、適切な反応物質といっしょになり、安全な物質へと変わる。当該の物質への接近、物質の取扱い、物質との反応の際の危険は、比較的経済的な方法で取り除かれる。 (特許請求範囲要約) ①この危険物質の中和法では、室温より大幅に低い温度への冷却、冷却された物質と一つ以上の試薬との反応を行う。その結果非危険物、または比較的危険度の低い物質が生成される。 ②上記①の物質の冷却には、低温の液体が用いられる。 ③上記②では、液体にその危険物質が浸水される。 ④上記③には、液体アルゴンが含まれる。 ⑤上記③には、液体窒素が含まれる。 ⑥格納容器に廃棄された危険物質の中和法には、以下のステップが含まれる。まず格納容器を室温より大幅に低い温度にまで冷却し、その危険物質も同様のレベルまで冷却する。冷却された容器を開き、その危険物質を外部に晒す。この冷却され

タイトル	申請日	出願者	内容
			た物質を一つ以上の試薬と反応させ、安全な物質、または比較的安全な物質が生成される。 ⑦上記⑥のステップは、低温流体に触れさせることにより行われる。 ⑧上記⑥のステップは、低温流体に浸すことにより行われる。 ⑨上記⑧の低温流体とは、液体アルゴンである。 ⑩上記⑧の低温流体とは、液体窒素である。 （上記⑥から⑩と同様のステップが、⑪から⑮として軍需用危険物質に関しても規定されている。） ⑯リチウムボイラーでリチウム含有物質を中和するには、以下のステップが含まれる。液体アルゴンにそのリチウムボイラーを浸し、華氏マイナス 300 度程度まで冷却する。ボイラーを切断して開く。リチウムを水と反応させて水酸化リチウムを生成する。 ⑰上記⑯に続き、水酸化リチウムは化学変化により炭酸リチウムへと変わる。 ・本技術により、爆発のリスク等を低減し、危険物の処理をより安全に行うことが出来る。

（２）欧州に於ける動向

1．LiB 搭載自動車動向

1-1．LiB 搭載自動車普及の背景

EU（欧州連合）の行政執行機関である欧州委員会は 2011 年 3 月に低炭素社会を実現すべく、「A Roadmap for moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050」を公表している。

このロードマップでは EU における温室効果ガスの長期削減目標と低炭素経済構築に向けた部門別施策、各加盟国や地域の低炭素戦略や長期投資の方向性を示している。運輸部門については、自動車が温室効果ガス削減に果たす役割が大きいことから、燃費向上や次世代自動車の開発・普及および交通ネットワークの高度化などの対応が示されている。

なお部門別の削減目標値は技術革新や化石燃料費の想定の違いにより、削減率に幅を持たせたものとなっているが、その中で運輸部門は 2050 年に-54%～-67%という目標値が掲げられている。

部門別の削減率（1990 年比）

	2005	2030 年	2050 年
電力部門（CO_2）	-7%	-54%～-68%	-93%～-99%
産業部門（CO_2）	-20%	-34%～-40%	-83%～-87%
運輸部門（CO_2 航空含む、海運除く）	+30%	+20%～-9%	-54%～-67%
家庭・業務部門（CO_2）	-12%	-37%～-53%	-88%～-91%
農業部門（CO_2 以外）	-20%	-36%～-37%	-42%～-49%
その他（CO_2 以外の温室効果ガス）	-30%	-72%～-73%	-70%～-78%
合計	-7%	-40%～-44%	-79%～-82%

＊長期削減目標のうち 1990 年比 80%の削減分について、域内施策のみで達成すべきとしている

出所：欧州委員会

運輸部門展望

・技術革新により運輸システムをより効率的で持続可能なものにするためには、
①車両の効率化
②よりクリーンなエネルギーの利用
③交通ネットワークの更なる活用、情報通信システムを活用したより安全で確実な運用
が重要となる。

- 2025 年までの主な排出削減手段は燃費効率向上である。これに合わせて渋滞防止のための課金制度などの需要者側における対策も取り入れることにより、2030 年には排出量を 1990 年水準以下に低減させることができる。こうした様々な施策の組み合わせにより、ハイブリッドエンジンの技術開発を推進し、よりクリーンな車両を大規模に浸透させていく必要がある。
- また、脱石油依存、EU 自動車産業の競争力強化や大気汚染の改善という温暖化対策とは別の観点からも、運輸の電力化や代替燃料等の開発・適用を進める必要がある。

出所：欧州委員会

上記に示す通り低炭素社会を実現すべく、HV、EV 等の普及必要性が示されているわけであるが、ロードマップに先立ち、欧州委員会では 2010 年 4 月に「Clean and energy-efficient vehicle - European strategy for the uptake of green vehicle」を公表している。その中で EV ついて言及がされており、安全性、標準化、充電設備の拡充などと共に電池リサイクルについても取り組むべき施策として示されている。

Clean and energy-efficient vehicle - European strategy for the uptake of green vehicle

1. Continuing the measures for reducing the emissions of vehicles (Regulatory framework)
2. Supporting research and innovation in green technologies
3. Market uptake and consumer information
4. Global issues
5. Employment
6. Mid-term review of CO2 emissions legislation
7. **Specific actions for electric vehicle**
8. Governance

EV への対応（7. Specific actions for electric vehicle）

1. Placing on the market (Electric safety, Crash safety)
2. Standardization
3. Charging and refueling infrastructure
4. Energy, power generation and distribution
5. Recycling and transportation of battery

出所：欧州委員会

その他、EU における EV 等の普及推進に向けた取り組みをまとめると次のようになる。

EU における EV 等の普及推進に向けた取り組み

	概要
再生可能エネルギー指令 2009/28/EC	・加盟国の種々の産業部門（運輸部門に限らない）に対し、再生可能エネルギーに関する拘束力のある目標値を確立 ・運輸部門に関する再生可能エネルギー利用率の国別目標値の合計は、結果的に EU の最低目標値である 10%とされている
軽量自動車の CO2 排出量を削減する EU の統一的アプローチの一環として新車（乗用車）の排出性能基準を定める規則 EC/443/2009	・15 年までに自動車の平均排出量を 120g CO2/km とすることを義務化 ・中長期的目標としては、20 年までに平均排出量を 95g CO2/km に引き下げ
クリーンでエネルギー効率の高い自動車に関する欧州戦略を定めた欧州委員会コミュニケーション COM(2010) 186 final	・電気その他のクリーンな動力源を使ったエネルギー効率の高いバス、トラック、バン、及び自動車の開発に関する戦略を策定（水素、バイオガス、液体バイオ燃料など） ・その中で EV について以下の必要性を言及 ①市販化（各自動車種別の承認に関する電気安全要件の提案など） ②標準化（標準化された充電インターフェースの開発など） ③インフラ整備（充電や燃料補給など） ④発電及び配電（供給システムとグリッドに対する低炭素要件の高まりが及ぼす影響の評価など） ⑤電池のリサイクルと運搬（電池のリサイクルや ELV に関する既存法令に必要な変更点など）
自動車の電化に向けた法規制と標準化に関するロードマップ	・全関係者（製造業者や供給業者など）の参加を得て、EV に関する法規制及び標準化から生じる負担を遅滞なく軽減する戦略を策定。
COMPRO	・クリーンでエネルギー効率のよい一般道路車両の推進に関する指令 2009/33/EC を実施するため創設 ・地方自治体が公共サービス用にクリーンな交通運送車両を共同調達するためのコンソーシアム創設を目指す
PROCURA	・指令 2009/33/EC の導入を目指し創設 ・民間･公共フリート事業者が共同調達を行える制度の分析と開発を重視
欧州インテリジェントエネルギー プログラム（IEE）	・さまざまな分野で省エネルギー機会を改善し、再生可能エネルギー源の利用を奨励する財政支援を定めたプログラム ・11 年の募集では、既存の EU 政策を推進し、発展させ、実施する事業に

	1200 万ユーロの予算を示唆する案や、運輸部門におけるエネルギー効率及び再生可能燃料または代替燃料に関する法的枠組み案（クリーンでエネルギー効率の高い自動車に関する欧州戦略など）その他が提出された。
Biosire	・欧州インテリジェントエネルギープログラム（IEE)が支援するプログラム ・スペイン、フランス、ギリシャ、イタリア、クロアチア、及びオーストリアの観光地におけるフリート（自動車や船舶など）の電化推進と確立を目指す
SU:GRE	・欧州インテリジェントエネルギープログラム（IEE)が支援するプログラム。持続可能なエネルギー欧州キャンペーン の公式パートナー ・フリートに重点を置き、代替燃料や電化を促進
CIVITAS イニシアティブ	・第 7 次研究枠組み計画により共同出資 ・持続可能でクリーンでエネルギー)効率の高い都市交通対策の推進と実施を、欧州 25 の市で目指す

出所：JETRO

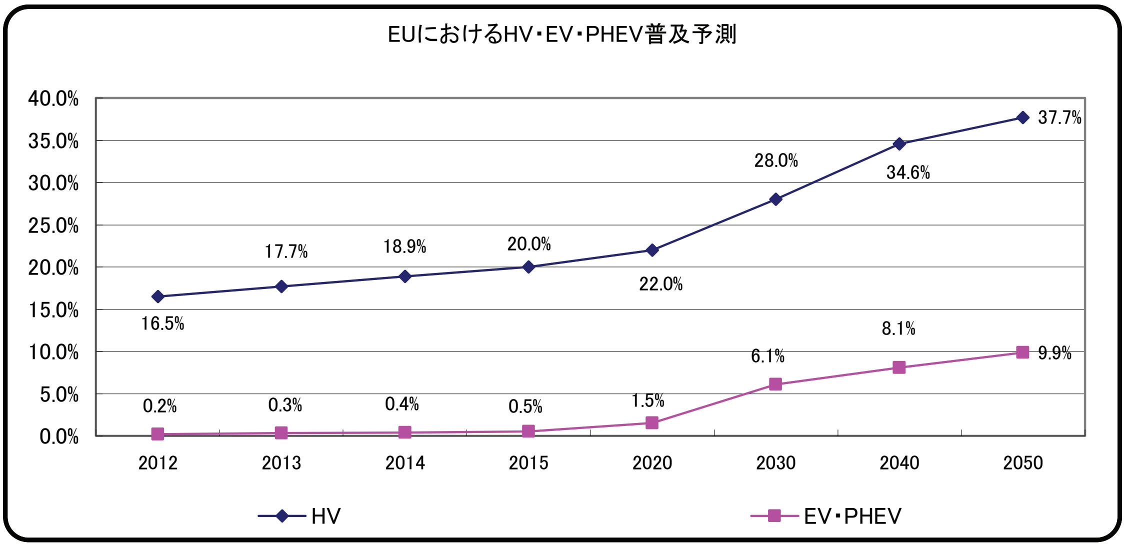
1-2. LiB 搭載自動車の販売台数予測

ドイツ連邦環境自然保護原子力安全省（BMU）がレアメタル需要調査の中で EU27 ヶ国における HV および EV（PHEV 含む）の市場予測を行なっている。それによれば新車販売（乗用車および 3.5 トン以下の軽商用車）に占める割合は 2020 年に 23.5%、2030 年に 34.1%、そして 2050 年には新車販売のおよそ半数は HV および EV 等で占められると予測している。

その中、LiB の搭載が見込まれる EV、PHEV については、2020 年時点で 1.5%と、まだ僅かにとどまるとされている。なお 2020 年の日本における普及予測（EV、PHEV）は乗用車新車販売台数の 5～10%となっている（147 頁参照）。もちろん EU 全体での話となるので、EU 加盟国それぞれで普及に差はあるはあるにせよ、EV の発売で先行する日本のほうが普及の進度は早いと予測されている。

EU における次世代自動車予測

	2012	2013	2014	2015	2020	2030	2040	2050
HV	16.5%	17.7%	18.9%	20.0%	22.0%	28.0%	34.6%	37.7%
EV・PHEV	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	1.5%	6.1%	8.1%	9.9%
合計	16.7%	18.0%	19.3%	20.5%	23.5%	34.1%	42.7%	47.6%



出所：BMU

現在、欧州にて発売されている HV および EV の中で LiB を搭載している車種としては

以下のようになる。

EV については、日系自動車メーカーが先行しており、三菱自動車の「アイミーブ（i-MiEV）」、日産自動車の「リーフ（Leaf）」また、三菱自動車が OEM 供給しているプジョー「アイオン（Ion）」とシトロエン「C - Zero」などである。なお PHEV はいずれの自動車メーカーもまだ市場投入していない。

LiB 搭載自動車

HV	EV
・S400（ダイムラー） ・Q5 ハイブリッドクワトロ（アウディ）	・リーフ（日産） ・i-MiEV（三菱） ・Ion（プジョー） ・C-ZERO（シトロエン） ・テスラロードスター（テスラ）

欧州自動車大手、HV および EV の販売計画

		車名	備考
アウディ	HV	Q5 hybrid quattro	2011 年（2011 年末から出荷）
		A6 hybrid Premiere	2012 年発売
		A8 hybrid	2012 年発売
	EV	R8 e-tron	2012 年末に小規模生産（一部顧客に供給し実証走行試験する計画）
		A1 etron	実証走行試験を実施 レンジエクステンダー（航続距離延長装置）搭載
BMW	HV	ActiveHybrid X6	Ni-MH2010 年 4 月
		ActiveHybrid 7	2010 年 4 月
		ActiveHybrid 5	2012 年 3 月から販売開始
	EV	i3	2013 年発売予定
	PHEV	i8	2014 年発売予定
ダイムラー	HV	S 400 HYBRID	2009 年
		E 300 BlueTEC HYBRID	2012 年 1 月の北米国際自動車ショーで発表。 ※米国市場では V 型 6 気筒ガソリンエンジン搭載の HV「E400」を販売する計画。 独業界紙『オートモビルボッヘ』によると、「E400」は中国や日本市場でも発売する計画がある。

	EV	Smart fortwo electric drive	2012 年 6 月にドイツ市場で発売予定。その他の市場では同 9 月に発売予定。
	PHEV	S 500 Plug-in HYBRID	2011 年フランクフルトモーターショーに出展。2013 年に発売予定の次世代「S クラス」から市場投入される見通し。
VW	EV	Up! blue-e-motion	2013 年
		Golf blue-e-motion	実証走行試験中 2013～2014 年に市場投入も
ボルボ	HV	V60 Plug-in-Hybrid	2012 年秋に発売予定
	PHEV	XC60 Plug-in Hybrid Concept	2012 年 1 月の北米国際自動車ショーで発表
オペル	EV	アンペラ	GM「ボルト」の姉妹モデル 2012 年 欧州ではこれまでに 6,500 台の予約を受注
ルノー	EV	Kangoo Z.E.	2011 年 10 月発売
	EV	Fluence Z.E.	2012 年 3 月発売
		Twizy Z.E.	2012 年 4 月発売予定
		ZOE Z.E.	2012 年秋発売予定
PSA	HV	Peugeot 3008 Hybrid4	2012 年第 1 四半期 Ni-MH
		Citroën DS5 HYbrid4 Airdream	2012 年第 1 四半期 Ni-MH
		Peugeot 508 RXH	2012 年 Ni-MH
	EV	Peugeot iOn	三菱自動車「アイミーブ（i-MiEV）」の OEM
		Citroën C-Zero	
トヨタ	HV	プリウスプラス	2012 年発売予定
		ヤリスハイブリッド	2012 年秋発売予定ニッケル水素？
	PHEV	プリウス PHEV	2012 年秋発売予定

2．LiB 搭載廃車発生動向

2-1．ELV 回収・リサイクルルート

EU では、加盟国に対して ELV 由来廃棄物の削減および逆有償による不法投棄防止を目的に「ELV に関する EU 廃車指令」が 2000 年 10 月に施行している。

この EU 廃車指令では、自動車メーカー等に対して設計段階から部品や材料の再利用を考慮して新車開発することや、有害物質（水銀、六価クロム、カドミウム、鉛）の使用禁止、重量ベースでの平均リユース・リカバリー・リサイクル率の目標（年次報告にて欧州委員会に結果を提出）などが定められている。

その中で、ELV の回収ネットワークに関する規定があり（5 条、12 条）、加盟国は経済原則に立つ事業者が ELV およびリユース部品の回収・処理システムを確立することを保証する措置を講じなければならないとなっている。

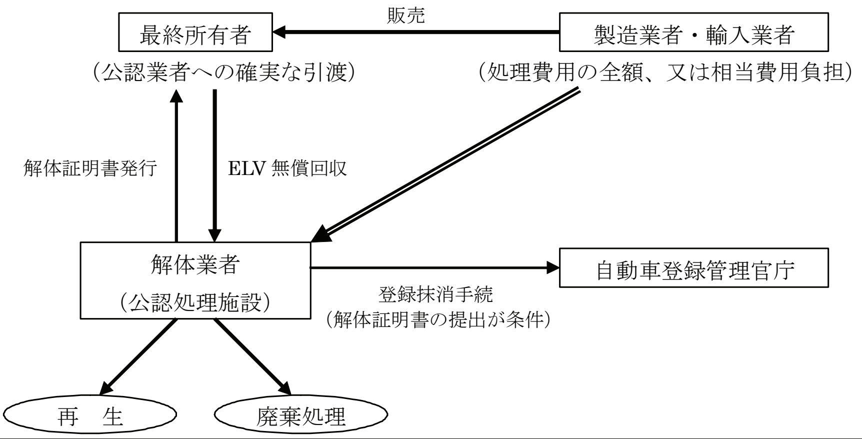
ELV の回収ルートとしては、最終所有者から、自治体からの認定を受け、自動車メーカー等と契約した解体業者もしくは破砕業者に無償で引き渡しが行なわれることになっている。解体業者等は回収した ELV を最終所有者に車両が適正に処理されたことを記した解体証明書を発行する、その解体証明書が自動車登録管理官庁に提出されることで、自動車の登録抹消が行なわれる流れとなる。

LiB 搭載自動車も同様であり、自動車メーカー（販売会社）に ELV の無償回収とリサイクルの責任があり、認定を受けた解体業者に引き渡されるというルートを辿る。

なお、自動車メーカーは解体業者等に解体に関する情報を自動車メーカーが共同で立ち上げたコンソーシアムが運営する IDIS（International Dismantling Information System）を通じて提供することが義務付けられている。

ELV リサイクルシステム EU 指令

法律	ELV に関するＥＵ指令 (Directive 2000/53 of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles)（2000 年 10 月 21 日発効）
対象製品	車両、ELV ならびにそれらの構成部品と材料及び補修・交換部品
リサイクル システム	ELV に関するＥＵ指令は、1990 年欧州理事会決議により、ELV について EC レベルで処理すべき廃棄物であることを確認後、1997 年欧州委員会として原案を取りまとめ、2000 年 7 月欧州理事会決定。同 9 月欧州議会決定を受け、2000 年 10 月 21 日官報に掲載されると同時に発効された。

	＜ＥＵ指令下の ELV リサイクルシステム・フロー＞ ① 最終所有者より公認処理施設へ ELV 引渡し（無償回収） ② 解体業者による適正な解体処理の実施、解体証明書の発行（費用負担は原則的に製造業者） ※解体処理施設は公認であること（許可取得または登録制度） ③ 解体証明書の提出を条件とする抹消登録手続 
リサイクルシステムの管理運営	・加盟国政府は、18 ヶ月以内（2002 年 4 月まで）に本指令を遵守するのに必要な国内法律、規制及び行政規定を発効させる（自国法の改正、又は制定） q ・関連業者が ELV 回収･処理の施設、システムを構築するために必要な措置を講じる ＜加盟国政府の役割＞ ① 全ての ELV が公認処理施設に引き渡されることの保証 ② 処理業者の公認制度の保証（処理施設は、所管官庁の許可取得又は登録を義務づける） ③ 最終所有者に負担をかけない ELV 回収の保証（処理施設での ELV の引渡が最終所有者の負担なしに実施されることを保証） ④ 製造業者が回収・処理費用の全てまたは相当部分を負担するシステムの保証（2002 年 7 月 1 日以降に販売される自動車、及び、2007 年 1 月 1 日以降に発生する全ての廃車が対象） ⑤ リサイクルの目標の設定 ＜リサイクル可能率＞ ・ＥＵ車両型式認証指令（70/156/EEC）を 2001 年末までに修正し、修正後 3 年目以降に市場に出す車両から型式認証化 ・リサイクル可能率：95％以上（うち、エネルギー回収 10％以内） ＜リサイクル実効率＞ ・2006 年 1 月～リユース＋リサイクル 80%以上 再使用＋リカバリー 85%以上

		・2015 年１月～リユース＋リサイクル 85%以上 再使用＋リカバリー 95%以上 リユース　：使用済車両の部品を同じ目的に再び使用すること リカバリー：燃料などエネルギーとして廃棄物を再利用すること リサイクル：同じ目的またはその他の目的に再利用することで（エネルギーとしての再利用は除く） ⑥ リサイクル性の認証要件導入 ⑦ ＥＵ委員会へ３年毎に状況を報告 ⑧ 解体証明書の提示を前提とした抹消登録制度の設定（一時的な抹消登録は容認）
生産車の役割	回収への関与	・なし ただし、関連事業者と協力して ELV 回収・処理するためのシステムを設けること
	リサイクルへの関与	・なし ただし、以下の対応が必要 ① リサイクル促進のため、解体業者に対して情報提供を実施（特に有害物質） ② 構成部品材料コード基準の使用
	費用負担	① 回収・処理費用の全てまたは多くの部分を負担 ・2002 年７月１日以降に販売される自動車 ・及び、2007 年１月１日以降に発生する全ての廃車が対象 ※「多く部分（a significant part)」に関しては、significant の解釈に関し、欧州でも、「多く」から「意味のある」まで幅広い解釈があり、各国で議論されている。 ② 公認処理施設の設立協力（協力範囲は各国内で決定）
	製品設計	・リサイクル性を配慮した設計と製造 ・リサイクル材使用量の増加 ・鉛、水銀、カドニウム、及び六価クロム等の環境負荷物質の使用を条件付きで制限（2003 年７月以降の販売車は、原則として、鉛、水銀、カドニウム、及び六価クロムの使用を禁止） ・自動車のリサイクル性、リカバリー性の向上 ・構成部品材料コード基準の使用
	情報提供	・リサイクル関連データ等に関する情報公開 （液抜き容易性、解体性、リサイクル性、リサイクル率達成度等）
関係者の役割	関係事業者	・(製造業者と協力して)ELV 及び中古部品の回収・処理システムを設ける
	（公認）解体業者	① 適正な解体処理の実施 ・解体前に有害な材料の取り外す：バッテリー、エアバッグ、各種オイル等 ・リサイクル促進のため構成部品を取り外す：触媒、ガラス、バンパー等 ② 解体証明書の発行 ③ 抹消登録手続の実施

	自動車登録管理官庁	・解体証明書の提示を条件とする抹消登録手続の実施
	消費者	・（政府により許可、登録を受けた）公認業者への確実な引渡し

1) 製造業者の定義(2 条-3)：製造業者とは車両製造業者又は加盟国への職業的車両輸入者を指す

2) 関係事業者の定義(2 条-10)：ELV とその構成部分及び材料の製造業者、流通業者、回収業者、自動車保険会社、解体業者、シュレッダー業者、再生業者、再利用業者、及びその他の処理業者を指す

3) 製造業者及び関連事業者の回収への対応と費用負担

(5 条-1)関連事業者は技術的に実行可能な限り、ELV と乗用車を修理した際に取り外した使用済部品を回収するためのシステムを設けること

(5 条-4)(加盟国は)製造業者が本措置の実現に要する費用の全額または相当部分を負担するかあるいは第１段に記したのと同じ条件で（車両の市場価値がゼロ又はマイナスになったときに公認施設への車両の引渡しが最終所有者に負担をかけずに行われることを保証）ELV を引き取ることを保証するために必要な措置を講じるものとする

出所：経済産業省

EU 廃車指令 目標設定

<table>
<tr><td>リサイクル率の定義</td><td>7条より
リカバリー率＝リカバリー・リサイクルされた部品・素材の重量／車両の平均重量
リサイクル率＝リユース・リサイクルされた部品・素材の重量／車両の平均重量</td></tr>
<tr><td>目標設定の有無</td><td>【リユース・リカバリー率目標、リユース・リサイクル率目標の設定】
<table>
<tr><td>対象</td><td colspan="2">全ELV</td><td>1980年1月1日
以前の生産車</td></tr>
<tr><td>期限</td><td>2006年</td><td>2015年</td><td>2006年</td></tr>
<tr><td>リユース・リカバリー率</td><td>85%</td><td>95%</td><td>75%</td></tr>
<tr><td>リユース・リサイクル率</td><td>80%</td><td>85%</td><td>70%</td></tr>
</table>
<指令中の記述：7条＞
2. 加盟国は関係事業者が以下の目標を確実に達成するため、必要な措置を講じるものとする。
(a) 全ＥＬＶについて、2006年1月1日以前に、リユースとリカバリーを，年間の車両あたり平均重量で最低85%まで向上するものとする。同じ期間内に、リユースと再利用を年間の車両あたり平均重量で最低80%まで向上するものとする。1980年1月1日以前に生産された車両では、加盟国は低い目標値を設定してもよいが、リユースとリカバリーについては75%を下回らず、リユースとリサイクルについては70%を下回ってはならない。本段を適用する加盟国はその理由を欧州委員会と他の加盟国に通知する。
(b) 全ＥＬＶについて、2015 年1 月1 日以前に、リユースとリカバリーを，年間の車両あたり平均重量で最低95%まで向上するものとする。同じ期間内に、リユースとリサイクルは，年</td></tr>
</table>

間の車両あたり平均重量で最低85%まで向上するものとする。欧州議会と閣僚理事会は、遅くとも2005年12月31日までに、欧州委員会の報告書とそれに伴う提案に基づき、(b)項に記した目標の再検討を行うものとする。欧州委員会はこの報告書において，車両構成材料の開発状況、およびその他の関連する環境的側面を考慮に入れるものとする。

【リユース・リカバリー可能率、リユース・リサイクル可能率目標の設定】

期限	EUの車両形式認証指令の修正後3年目までに
リユース・リカバリー率	95%
リユース・リサイクル率	85%

<指令中の記述：7条＞

指令 70/156/EEC を修正するため、欧州委員会は車両の解体可能性、再生可能性、および再利用可能性に関する欧州基準の作成を推進するものとする。この基準について合意が得られれば、（ただしいかなる場合にも 2001 年末までに）欧州議会と閣僚理事会は，欧州委員会の提案に基づいて指令 70/156/EEC を修正し、その結果、同指令によって型式認可を受け，且つ指令 70/156/EEC の修正より 3 年後に市場に出される車両のリユース・リサイクル可能率が、車両あたりの重量で最低 85%に達し、リユース・リカバリー可能率が車両あたりの重量で最低 95%に達するようにする。

出所：経済産業省

この EU 廃車指令を受け、加盟国はそれぞれで準拠法を制定しているが、適正処理設備の有無や国民の環境保護に対する意識に違いがあり、EU 廃車指令が各国で適切に機能しているとは言えない状況にある。

ドイツのエコ研究所（Öko-Institut）によれば、EU（27 ヶ国）における乗用車と軽商用車の ELV 発生台数 11,395,013 台（2008 年）のうち、EU 廃車指令に基づいて引き取られた台数は 6,263,963 台で、全体の 55%にとどまる。残る 50 万台のうち、20%は EU 域外への輸出とされているが、その他 80%は不明となっている。

この状況はドイツでさらに顕著で、ドイツ連邦環境庁（UBA）によると、2008 年にドイツ国内で ELV となった乗用車は約 300 万台で、うち EU 指令に沿って処理された車両は約 40 万台（13.3%）にとどまる。その他は、EU 加盟国に輸出された車両が約 150 万台（50.0%）、EU 域外に輸出された車両は 25 万台（8.3%）、統計上把握されていない違法解体・違法輸出・盗難車・違法利用などが 85 万台（28.3%）あると推計されている。

そのドイツでは EU 廃車指令施行の 2 年前、1998 年に「ELV に関する指令」を制定して

おり、自動車メーカーにはELVの無償引取り、解体業者に対しては環境に配慮した規制項目を義務付けている。この指令により認定を受けた解体業者に処理を集中し、リサイクル効率を高めようとしたのだが、その間にEU加盟国との自由貿易が進み、特にポーランド、ハンガリーをはじめとした東欧諸国へ多くの中古車が輸出され、処理費用が安いところで解体処理等されるという事態となったのである。

なおドイツでは中古車輸出増加で国内処理台数が減少したため、施行前に 3,000 社以上あった解体業者は2008年時点で認可を受けているのは1,189社（ドイツ連邦環境庁）と施行前の 1/3 にまで減少している。ただ認定を受けていない解体業者が全て廃業しているというわけではなく、先に示した統計上把握されていないELVを処理していると見られ、廃車指令が十分履行できていない現状を示している。

一方、中古車が流入するポーランド等では、自動車として再び使用されるか、解体処理されるかになるが、中古車の場合、低年式車ゆえ、排ガス等の対応が十分でなく、環境負荷を与える心配が生じる。また解体処理される場合も、未認定の業者によって EU 廃車指令の手続きを経ないので、不透明な状態にて処理されてしまうリスクが高まることになる。

このようにEUでは、廃車指令が発効して10年以上が経過しているものの、加盟国におけるインフラや環境認識の違いによって統一した制度運用がなされていない。加えて、EU加盟国間で人やモノの移動の制限がないために、不正輸出等がされてしまっている実態がある。そのため、今後発生する LiB を搭載した EV 等が使用済みとなった場合も中古車として、輸出されて、違法解体等されてしまう可能性があるということになる。

EUにおける乗用車（M1）と軽商用車（N1）の新車登録・中古車輸出入・保有・廃車台数（2008年）

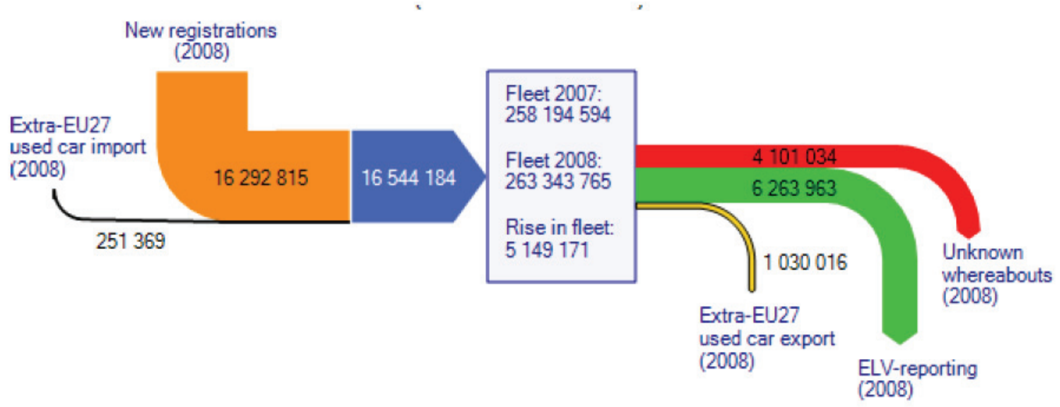


Figure 1: Vehicle entries and exits of the EU 27-fleet for 2008 [Source: Eurostat, ACEA]

出所：エコ研究所（Öko-Institute e.V.）

EUにおける乗用車および軽商用車廃車台数（2006～2008年）

	2006 年	2007 年	2008 年
ベルギー	131,043	127,949	141,521
ブルガリア	45,127	23,433	38,600
チェコ	56,582	72,941	147,259
デンマーク	102,202	99,391	101,042
ドイツ	499,756	456,436	417,534
エストニア	11,035	12,664	13,843
アイルランド	－	112,243	127,612
ギリシャ	29,689	47,414	55,201
スペイン	954,715	881,164	748,071
フランス	930,000	946,497	1,109,876
イタリア	1379,000	1,692,136	1,203,184
キプロス	1,032	2,136	1,4273
ラトビア	6,288	11,882	1,0968
リトアニア	13,877	15,906	1,9534
ルクセンブルク	4,864	3,536	2865
ハンガリー	20,976	43,433	37,196
マルタ	－	－	－
オランダ	192,224	166,004	152,175
オーストリア	87,277	62,042	63,975
ポーランド	150,987	171,258	189,871
ポルトガル	25,641	90,509	107,746
ルーマニア	21,234	36,363	51,577
スロベニア	－	8,409	6,780
スロバキア	15,069	28,487	39,769
フィンランド	14,945	15,792	103,000
スウェーデン	283,450	228,646	150,197
英国	995,569	1,138,496	1,210,294
EU27 カ国	5,972,591	6,495,167	6,263,963

－：データなし

＊EU 廃車指令に基づいて処理された台数

出所：eurostat

2-2. LiB 搭載廃車発生予測（2015 年、2020 年）

ガソリン価格の上昇や各種次世代自動車普及への取組みの効果もあり、今後、EV をはじめとした LiB 搭載車種の普及が見込まれている。先に EU における次世代自動車普及予測を示しているが、普及に伴い今後、ELV-LiB も発生していくことになる。

ELV-LiB 発生予測にあたり、LiB が搭載される車種は乗用車および 3.5t 以下の軽商用車が中心となることから、まずその販売台数を予測することとする。

予測手法としては、欧州自動車工業会が公表する乗用車および 3.5t 以下の軽商用車の 2011 年までの販売台数と、2020 年における同車種の予測販売台数 2,150 万台 (*) を回帰曲線で結ぶことで、2012 年から 2019 年までの販売台数を予測した。

その予測販売台数に「1-2. LiB 搭載自動車販売台数予測」で示した EV・PHEV の普及予測率をかけあわせ、LiB 搭載の販売台数を求めた。

（*）JRC（欧州委員会の研究機関）、EUCAR（欧州自動車工業会の研究機関）、CONCAWE（欧州石油環境保全連盟）の 3 機関が 2011 年にまとめた共同研究レポート『EU renewable energy targets in 2020:Analysis of scenarios for transport』より

EU 新車（乗用車および 3.5t 以下の軽商用車）販売台数予測

	販売台数	（内）LiB 搭載車	LiB 搭載車比率
2012 年	14,159,660	32,487	0.2%
2013 年	14,208,340	48,772	0.3%
2014 年	14,505,340	66,303	0.5%
2015 年	15,050,660	85,929	0.6%
2016 年	15,844,300	120,847	0.8%
2017 年	16,886,260	161,179	1.0%
2018 年	18,176,540	208,355	1.1%
2019 年	19,715,140	263,802	1.3%
2020 年	21,500,000	328,918	1.5%

＊新車販売台数は予測は小数点以下の数字を含め算出しているため、販売台数に LiB 搭載車比率を掛け合わせたものと、LiB 搭載車の販売予測台数には誤差が生じている

出所：矢野経済研究所予測

次にこの LiB 搭載自動車予測台数と、販売された車両が 1 年後に何台登録されているか

の台数（残存率）を掛け合わせることで、使用済みとなる LiB 搭載自動車の台数、すなわち ELV-LiB の発生台数を予測する。

ELV_LiB 推計方法

日本の 2011 年 3 月末における乗用車と貨物車を合わせた初度登録年式別残存率（新車登録台数／保有車両）を用い、登録年ごとの LiB 搭載車販売台数から、当年と当年-1 におけるそれぞれの年式別車両の保有台数を求めると、その差分は年式別 ELV-LiB の台数となる。そして全年式の差分を合計して当年における ELV-LiB 発生台数を算出する。

2012 年における(x)年式車両の ELV 発生台数を算出する式

2012 年における（x）年式別残存率 × （x）年新車登録台数

= 2012 年における（x）年式車両の保有台数・・・(a)

2011 年における（x）年式別残存率 × （x）年新車登録台数

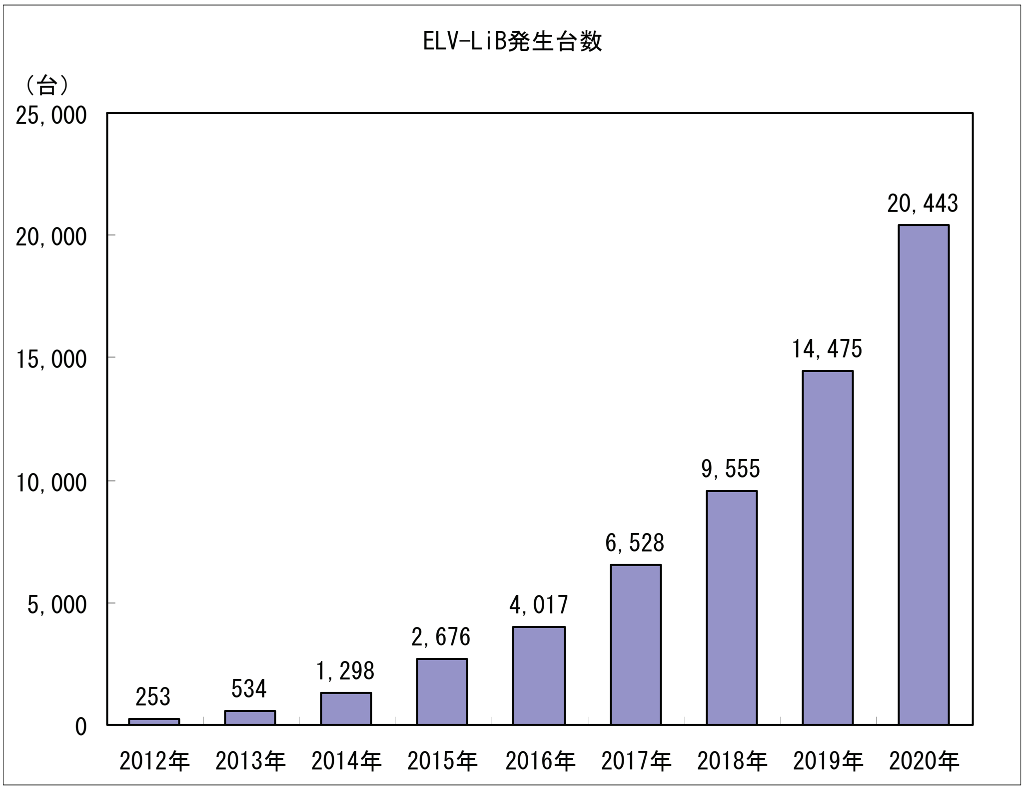
= 2011 年における（x）年式車両の保有台数・・・(b)

(b) - (a) = 2012 年における（x）年式 ELV-LiB 発生台数

初度登録年式別残存率

初度登録年（年式）	残存率	初度登録年（年式）	残存率
当年	99.4%	当年-15	20.7%
当年-1	99.0%	当年-16	16.0%
当年-2	97.2%	当年-17	11.9%
当年-3	94.5%	当年-18	9.3%
当年-4	93.7%	当年-19	9.6%
当年-5	90.2%	当年-20	4.3%
当年-6	88.2%	当年-21	4.6%
当年-7	83.3%	当年-22	3.3%
当年-8	79.4%	当年-23	2.9%
当年-9	71.6%	当年-24	1.3%
当年-10	67.2%	当年-25	1.8%
当年-11	57.1%	当年-26	0.8%
当年-12	49.3%	当年-27	1.1%
当年-13	37.2%	当年-28	0.5%
当年-14	29.9%	当年-29	0.5%

上記方法により、ELV-LiB 発生台数を推計すると、2018 年にはおよそ 1 万台弱の ELV-LiB が発生するものと算出される。その 2 年後の 2020 年には倍の 2 万台を超えると見込まれ、その後も EV 等の普及にともない、ELV-LiB は増加するものと考えられる。


ELV-LiB発生台数
（台）
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
253
534
1,298
2,676
4,017
6,528
9,555
14,475
20,443
2012年
2013年
2014年
2015年
2016年
2017年
2018年
2019年
2020年

出所：矢野経済研究所

3．ELV-LiB リサイクルの現状

3-1．Ni-MH リサイクルの現状

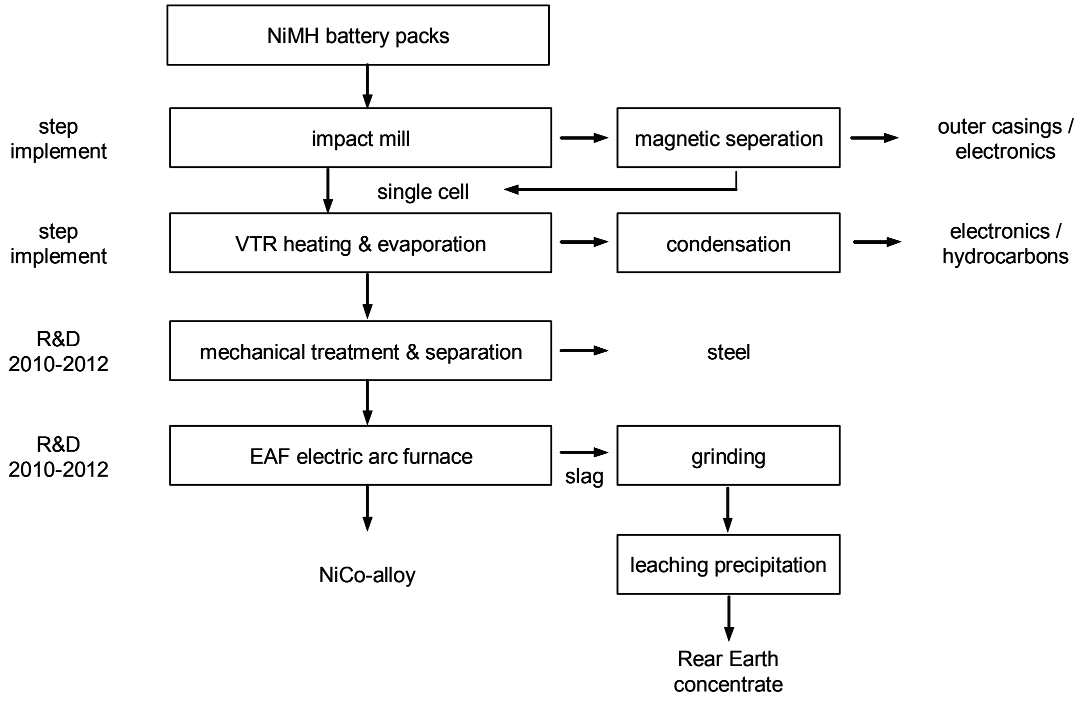
2008 年 9 月に施行した新電池指令（66～68 頁参照）にて、生産者は使用済電池の回収、処理およびリサイクルにかかるコストを負担しなければならないことが規定されている。

ここでいう「生産者」とは、最終消費者市場に製品を投入したメーカーを意味し、自動車では、電池を搭載したモデルを市場投入した完成車メーカーに回収義務が発生することになる。

既に販売されている HV に搭載されている Ni-MH については、自動車メーカーがそれぞれリサイクル体制を構築しなければならない。基本的なスキームとしては販売店や廃車指令に基づいて契約している解体業者等を通じて、使用済電池を回収し、ユミコアや Accurec などの電池リサイクルを手がける業者へ処理を委託する形となる。

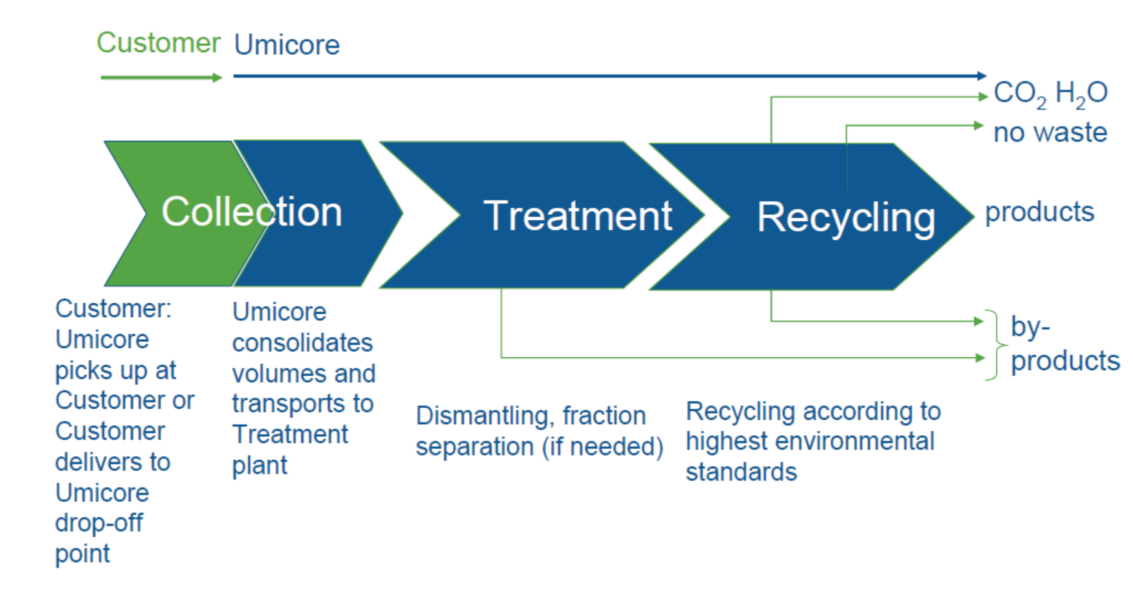
なお、電池メーカーが独自にアフターマーケット市場向けに交換用の電池を販売した場合は、その電池メーカーに使用済電池の回収義務が生じることになる。

ACCUREC Ni-MH リサイクルプロセス



出所：ACCUREC

ユミコア HV リサイクルプロセス



出所：ユミコア

トヨタ自動車における Ni-MH 回収の取組み

・2000 年より欧州地域にてプリウスの販売開始し、現在までの 40 万台を販売 ・TME（トヨタ・モーター・ヨーロッパ）が中心となり、Ni-MH のリサイクルシステムを構築 ・2011 年 10 月、仏 Société Nouvelle d'Affinage des Métaux（SNAM）と Ni-MH（NiMH）のリサイクルに関する 3 年間（～2014 年）の契約について合意 ・SNAM は欧州全域から回収した電池をリサイクル処理（電池の回収は、ベルギーにあるトヨタの欧州事業本部や欧州 7 カ国にある 9 工場、ナショナルマーケティング＆販売会社（NMSCs）30 社、トヨタ／レクサスの販売店 3,000 社、公認の使用済車両取り扱い業者を通して実施）

3-2. ELV-LiB リサイクルの可能性

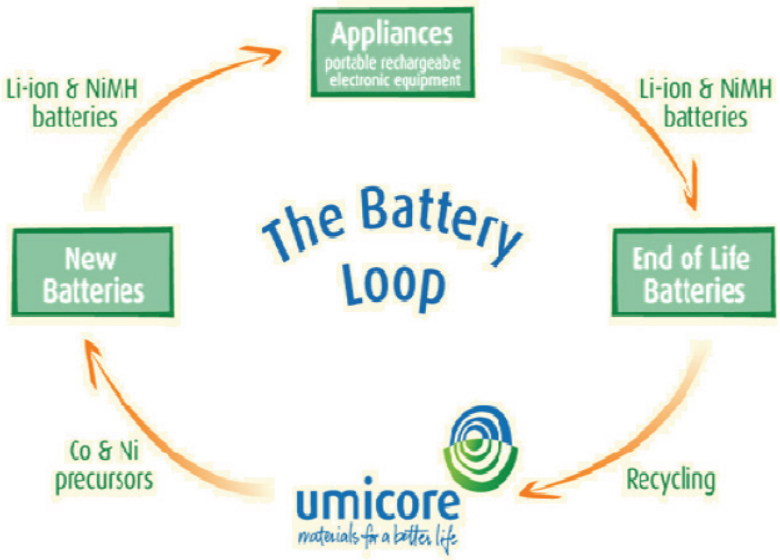
LiB も新電池指令により回収およびリサイクル対象となるが、そもそも EV 等が ELV となっていない現状では ELV-LiB も回収されていない。ただ今後発生の増加が見込まれるため、電池リサイクル業者や廃棄物処理業者等が検討を開始している。

リサイクル手法としては携帯電話等に使用されている小型 LiB のリサイクル技術が基盤となるが、小型 LiB と車載用 LiB とでは正極材の採用材料が異なる。小型 LiB のリサイクルはコバルトの抽出を目的とした工程が構築されているが、車載用 LiB にはニッケル、マンガンなど複数の材料が添加されているものもあり、新たな工程の開発も必要となる。

ユミコアをはじめ既に幾つか ELV-LiB のリサイクル技術研究が実施されているが、どの正極材料の LiB がいつ、どのくらい発生するのかなど不確定な状態であり、実際の事業化はまだ先の話となる。

ユミコアにおける ELV-LiB リサイクル取組み

	ELV-LiB リサイクル取組み
リサイクル取組み	・オランダ、ベルギーに本社を構えるユミコアは、世界 50 箇所に拠点を構え、鉱山採掘権など有する金属商社で、金属原料供給技術を活かし電子材料も供給 ・コバルトとニッケルを LiB メーカーへ供給するほか、韓国と日本にて LiB 正極材料の生産を行なっている ・その中、金属精錬技術を生かして、廃電子機器のリサイクル事業を展開 主要国に顧客が回収した使用済電池を引き取るための施設（Umicore drop-off point）を設けている ・特に携帯電話のリサイクルについては、世界最大規模の年間 25 万トンを処理 ・約 10 年前から二次電池（LiB、Ni-MH）のリサイクル事業への参入に向けた研究開発を開始 正極材料メーカー（主にコバルト）であったことから、それまでのノウハウを活かすとともに、原材料を確保するため、リサイクル事業に参入 ・2004 年に実際にリサイクル事業に参入 2004～2010 年まではユミコアに二次電池のリサイクル設備はなく、スウェーデンの提携企業に処理を委託 しかし、柔軟性に欠けるなどの問題から、自社でリサイクル設備を持つ方向に戦略転換し、ベルギーのホボーケンに建設したリサイクル設備を 2011 年 9 月に稼働 （提携企業では、「VAL'EAS プロセス」と呼ばれるリサイクル技術が採用されていたが、同技術に改良を加え ISA－SMELT 法と呼ばれる乾式のリサイクル工程を採用） ・ホボーケン工場では現在、自動車用触媒などを含め全体で 1 日当たり 1,000 トン、年

<table>
<tr><td></td><td>35 万トンをリサイクル処理
同社では、2020～2030 年には、二次電池だけで同水準（1 日当たり 1,000 トン、年 35 万トン）のリサイクル量を確保できると見込んでいる</td></tr>
<tr><td>LiB
リサイクル</td><td>・携帯電話リサイクルにて LiB を回収する中で、2003 年に二次電池リサイクルの実証実験をホボーケン工場にて開始（翌 2004 年から事業化）
・二次電池リサイクルではコバルト、次にニッケルの回収に重点を置いている</td></tr>
<tr><td>リサイクル
技術</td><td>・同社のリサイクル技術は、リチウム、リチウムポリマー、Ni-MH（NiMH）を危険な前工程なしに処理するプロセスを用いている
・ベルギーのオレン（Olen）にグローバル R&D センターを持つ
・同社が市場投入した製品を、使用済みの製品として回収・リサイクルし、再び製品に投入する「closed loop solution」の実現を目指している。

</td></tr>
</table>

ユミコアにおける LiB リサイクルに関連拠点別処理物と処理方法

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">事業名および処理物と処理内容</td></tr>
<tr><td>ホボーケン
工場
（ベルギー）</td><td>リサイクル</td><td>・携帯電話、ノート PC、パソコンをリサイクルする世界最大規模のリサイクル工場
・貴金属製錬の拠点でもあり、7 種類の貴金属を含む 17 種類の金属製錬を行う
・二次電池のリサイクルも行う</td></tr>
<tr><td>オーレン工場
（ベルギー）</td><td>廃棄物処理
工場</td><td>・産業廃棄物処理工場
新技術 UHT（Ultra Hi Temperature 超高温炉）の開発拠点であり、オーレン工場から他の拠点へ同技術を展開</td></tr>
<tr><td>Hofors 工場</td><td>電池</td><td>・2009 年、電池リサイクル工場を同拠点内に設立を決定</td></tr>
</table>

（スウェーデン）	リサイクル	・初期の年間処理量、7,000 トン（EV/HV 用自動車に換算して 15 万台分）、投資額 2500 万ユーロ、2011 年より稼動予定 ・使用済 LiB、リチウムポリマー電池、Ni-MH のリサイクルを行う
チョナン工場 （韓国）	電池 リサイクル	・正極材料の生産拠点であり、リサイクルされたメタルの精錬も同拠点にて行われている

Press release　　7 September 2011

CP-2011-35　　17:30 CET

Inauguration of battery recycling facility in Hoboken

Today Umicore inaugurated its new recycling facility for rechargeable batteries in Hoboken, Belgium. More than300 guests, including Kris Peeters, Minister-President of Flanders, attended the ceremony.

At the end of 2009, Umicore announced the € 25 million investment for the battery recycling plant with an initial annual capacity of 7,000 tonnes, equivalent to some 150,000 (hybrid) electric vehicle batteries or 250 million mobile phone batteries. This market is anticipated to gain momentum, driven by a combination of intensifying recycling legislation, a continuously growing portable electronics market and an increasing share of hybrid and electric vehicles on the roads.

The innovative recycling process uses Umicore's patented Ultra High Temperature (UHT) smelting technology, enabling a cost efficient and environmentally sound battery recycling process with the highest recovery rates and with minimal waste. The facility will enable Umicore to offer a range of new recycling services including a closed materials loop for battery producers. In addition, the technology will permit Umicore to test its suitability for recycling other new streams of materials.

出所：ユミコア

その他 ELV-LiB リサイクル取組み

	ELV-LiB リサイクル取組み
Société Nouvelle d'Affinage des Métaux （SNAM）	・ベルギーのフローリディエンヌ（FLORIDIENNE）グループ傘下の産業廃棄物リサイクル会社 ・設立は 1997 年 フランス南部のヴィヴィェに本社を置き、仏東部のサン＝カンタン＝ファラヴィエにも工場を持つ

（フランス）	・ニカド電池、Ni-MH、LiB、アルカリ電池、亜鉛電池のリサイクルのほか、カドミウムやニッケルを含む産業廃棄物のリサイクル、特殊合金の切りくずの浄化処理、フランスへの産業廃棄物の輸出に関するコンサルティングなどを主な業務としている また、再生したカドミウムなどの金属を販売している ・2011年10月、トヨタ自動車の欧州事業統括会社トヨタ・モーター・ヨーロッパ（TME）と2011～2014年までの3年間におけるニッケル水素充電池（NiMH）のリサイクル処理事業について合意（同合意は欧州全域を対象） ・RecLionBat-Projekt SNAMはフローリディエンヌのグループ会社であるベルギーのFloridienne Chimieと共同で小型LiBのリサイクル技術研究プロジェクトを実施 予算約150万ユーロ　のうち欧州連合（EU）が38万ユーロを支援 同プロジェクトでは、LiBを分別、解体、熱処理、破砕などの作業後に、熱処理により銅と鉄、さらに粉砕、ろ過によりコバルト、ニッケルを抽出する技術を実証試験（コバルトとニッケルは電池メーカーに再販予定） 同技術では、回収した電池の最大60%をリサイクルできることが結果として得られた ・SNAMは同プロジェクトの終了後、電池のリサイクル事業を強化、欧州全域から廃電池を回収（フランスではSCRELECおよびCOREPILE、ベルギーではBEBAT、英国ではG&Pが回収を担当）
Redux Recycling GmbH （ドイツ）	・1997年の設立で、ドイツのディーツェンバッハに本社を置く ・独バッテリー共同回収システム（GRS）のパートナー企業であり、GRSが回収した小型電池をリサイクル処理 ・鉛／炭素、アルカリ／マンガン、Ni-MHを主にリサイクルしており、処理能力は年約6,000トン GRSのほか、欧州諸国の電池回収組織からも電池の供給を受けている（主な回収金属はニッケルであり、鋼鉄の生産に再利用）
Battrec Industrie （スイス）	・特殊廃棄物の処理を事業とし、電池のリサイクルのほか、医療機器や実験用診断装置、照明設備などに使用されている水銀のリサイクル、ガス製造用触媒のリサイクルなどを事業とする ・1989年の設立で、本社はスイスのヴィミス（Wimmis）に置く 2003年からLiBの処理設備を導入 ・家庭用電池は、アルカリ、マンガン、亜鉛炭酸、水銀、リチウム、鉛、ニカド、ニッケル水素に対応 また、LiBのリサイクルでは、環境技術を得意とするイスラエルのA.B.インダストリアル・リサイクル・テクノロジーズ（A.B.　Industrial Recycling Technologies）と協力関係にある

<table>
<tr><td></td><td>・国内では競合する電池のリサイクル事業者はなく、Battrec Industrie がほぼ独占している状況

Batrec Industrie　リサイクル工程

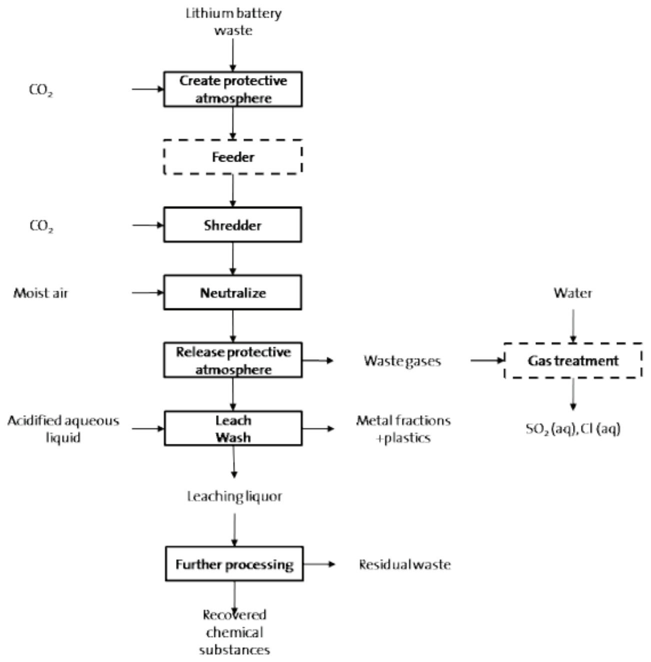
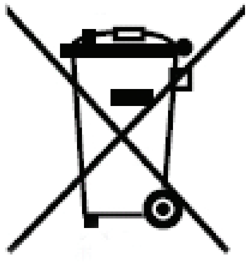


Figure 4-3 - Process flow chart for Batrec's pyrometallurgical recycling process for lithium-ion batteries Zenger et al. 2003).</td></tr>
<tr><td>Chemetal
（ドイツ）</td><td>・2009 年 9 月 LiB のリサイクル処理するためのパイロットプラントを建設すると発表
・予算は約 1,000 万ユーロで、このうち独連邦環境省（BMU）が 570 万ユーロを支援している</td></tr>
<tr><td>Accurec Recycling GmbH
（ドイツ）</td><td>・設立は 1995 年
・小型電池、産業用電池、ソーラーモジュールをリサイクルしている
ニカド電池、アルカリ電池、Ni-MH のリサイクルに加え、2004 年に民生用 LiB のリサイクルの研究開発を開始
・2011 年からは自動車用 Ni-MH および LiB の研究開発開始
・LiB については、アーヘン工科大学と共同で、ドイツ連邦教育研究省（BMBF）が支援する HV 用 LiB のリサイクル技術に関するプロジェクト、および、ノルトラインヴェストファーレン州が支援する EV 用 Ni-MH（NiMH）におけるレアアースのリサイクルに関するプロジェクトの 2 件に参加</td></tr>
</table>

4. ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況

4-1. 廃電池関連法令

クロスドアウト・ダストビンマーク



EU では 1991 年に「特定有害物質を含有する電池に関する指令」、いわゆる電池指令（91/157/EEC）を制定している。この指令では、水銀（Hg）、鉛（Pb）、カドミウム（Cd）を含有する電池は、一般ゴミと一緒に処分されないために、電池にクロスドアウト・ダストビンマークを表示した上で、回収システムを構築することが定められている。EU 加盟国ではこの電池指令を基にそれぞれ電池規制に関する法令が施行している。

その後も EU では環境規制強化への動きを拡大しており、具体的には廃車指令（00/53/EC）、廃電気電子機器指令（WEEE 02/96/EC）、有害物質の使用禁止に関する指令（RoHS 02/95/EC）等が制定されている。（WEEE と RoHS については 143 頁参照）

また電池指令についても 2002 年 7 月の第 6 次環境行動計画にて改正の必要性（焼却時等の電池含有の有害物質による環境汚染を防止）が示され、環境総局が 2003 年 2 月に電池規制について調査を開始。その結果を踏まえ、2003 年 11 月に欧州委員会が新電池指令案を提出し、回収およびリサイクルの枠組みの審議に着手した。しかし回収率やリサイクル目標、費用負担などをめぐり審議が難航した結果、3 年後の 2006 年 9 月に新電池指令案（06/66/EC）がようやく発効、2008 年 9 月に施行している。

この新電池指令は特定有害物質を含有する電池および蓄電池販売に対する規制と、使用済電池および蓄電池のリサイクルに関する規制にて構成される。主な改定内容は以下となるが、EU 加盟国に対して全ての電池の回収を義務付け、再資源化への目標値達成が課せられていることがポイントとなる。

なお、この新電池指令は車載用電池にも適用されるので、カドミウムの使用は禁止、水銀については、0.0005％以下の使用上限が課されることになる。また回収・処理・リサイクルに関わるコストは生産者が負担（自動車用電池・蓄電池の生産者およびユーザーは、別途費用負担の方法に関する協定を締結することが可能）、LiB については平均重量の 50％をリサイクルすることなどが該当することになる。

新電池指令改定ポイント

・加盟国に対し、全ての種類の電池の回収を義務付けるとともに、年間の回収率を 2012 年までに 25％、

2016年には45%に引き上げる目標を設定する。 ・回収した電池は全てリサイクル処理しなければならない（危険な素材が含まれる場合は例外とする）。 ・全ての電池を対象に水銀の使用を制限するとともに、携帯機器用電池（portable batteries）におけるカドミウムの使用を制限する。 ・産業用および自動車用電池の埋め立て・焼却を禁止する。 ・電池の種類によってリサイクル効率を設定する（2010年9月26日）。 鉛酸蓄電池は平均重量の65%、ニッケルカドミウム電池は平均重量の75%、その他の電池は平均重量の50%をリサイクルすることが求められる。 ・メーカーは使用済電池の回収・処理・リサイクルにかかるコストを負担しなければならない。

出所：各種資料より矢野経済研究所作成

新電池指令（2006/66/EC）

	規制内容
対象電池	国家安全保障、軍事、宇宙用を除く全電池 （廃車指令、WEEE指令は侵害しない）
施行日	2008年9月26日（Directive91/157/EECは廃止）
禁止物質	水銀とカドミウムについて、用途別で上限含有値を設定（超えたものは販売禁止） <table><tr><th></th><th>産業用</th><th>自動車用</th><th>携帯機器用</th></tr><tr><td>Hg：0.0005%超</td><td>適用</td><td>適用</td><td>適用</td></tr><tr><td>Cd：0.002%超</td><td>－</td><td>－</td><td>適用</td></tr></table>Hgについては、2%以下のボタン電池は除外 Cdについては、非常警報システム、医療用機器、コードレス電動工具は除外
回収	回収方法・団体：国ごとで設定 （消費者が容易にアクセスできる回収ポイントを設置） 回収率目標　：2012年9月26日までに25% 2016年9月26日までに45%
生産者	・電化製品または車両に組み込まれたものも含めた電池を、加盟各国に初めて販売する人 ・生産者は登録の義務が課せられる
取り外し容易化	・使用済電池を容易に取り外せるような機器を設計しなければならない ・安全に取り外す方法、内蔵されている電池の種類を記載した説明書を添付する
表示	・消費者への情報提供として、電池・蓄電池のラベルに水銀やカドミウムなどの有害物質の含有量を表示 ・クロスドアウト・ダストビンマークを表示 （規定含有量を超える場合は、その化学記号を表示しなければならない）

リサイクル目標	鉛蓄電池：平均重量の 65% ニッケルカドミウム電池：平均重量の 75% その他電池：平均重量の 50%
コスト	・販売日付に関わらず、あらゆる使用済電池、蓄電池の回収、リサイクルに関わるコストは、生産者が負担しなければならない （産業用、自動車用電池・蓄電池の生産者およびユーザーは、別途費用負担の方法に関する協定を締結することが可能）
罰金・刑罰	国ごとで設定
その他	・加盟国はエンドユーザーが情報を十分に得られるよう保障しなければならない （生産者が回収、処理、リサイクルの広報活動のコストを負担） ・産業用電池及び自動車用電池は埋立、焼却禁止 ・RoHS 指令では、電池単体は対象外となっており、電池指令が優先される ・使用済電気・電子製品（WEEE）から取り外された時点で、電池指令の対象となる

出所：各種資料より矢野経済研究所作成

4-2. ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況

他の地域同様、LiB 搭載車が発売されて間もないことから、ELV-LiB は発生していない状況である。その中、EU では新電池指令に基づき、LiB 搭載車を販売する自動車メーカーには回収、処理およびリサイクルへの対応が必要となっていることは前述の通りである。

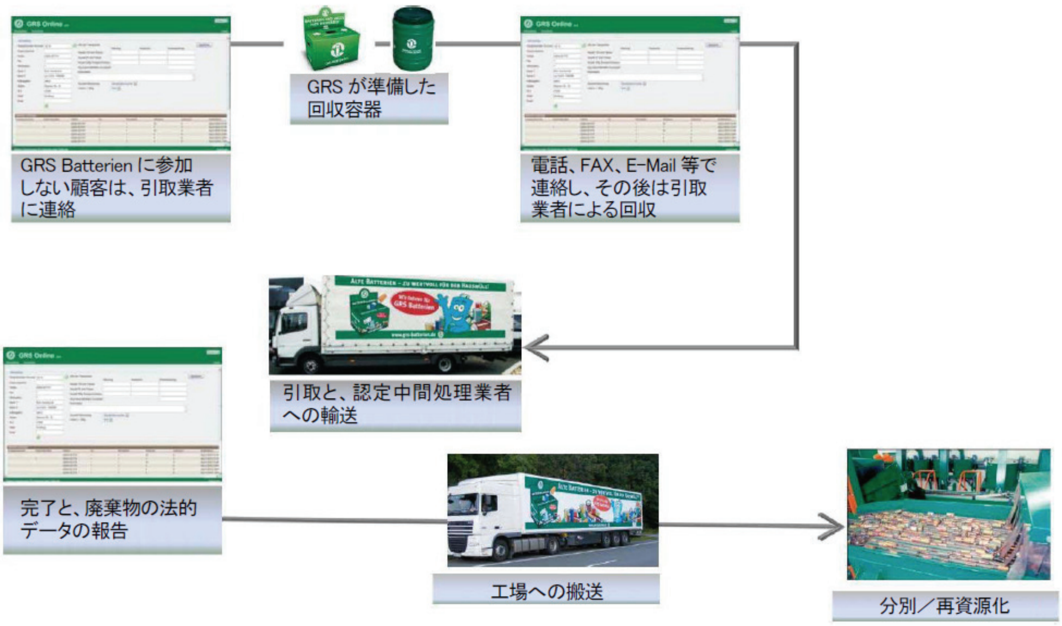
回収スキームとしては、消費者が容易にアクセスできる拠点を自動車メーカーサイドで設定（販売店もしくは解体業者)、消費者は無償で ELV の引き渡しを行なう。ELV を解体処理する中で LiB は回収され、自動車メーカーではそれぞれ、契約した精錬業者をはじめとしたリサイクル業者にて、LiB リサイクルを実施するという流れとなる。

テスラにおける電池回収の取組み

- 欧州全域を対象とするバッテリーパックのリサイクルシステムを構築すると発表（2011 年 1 月）
- 回収したバッテリーはベルギーの非鉄金属大手ユミコアがリサイクル処理し、金属は電池メーカーに、副産物はコンクリートメーカーに販売
- ユミコアはバッテリーからコバルトやニッケルなどの金属を抽出。コバルトはさらにコバルト酸リチウムに加工し、バッテリーメーカーに販売する。また、副産物として発生する酸化カルシウムやリチウムを含むスラグは、コンクリート生産に再利用する。

一方、家庭用電気電子機器等に使用されている小型電池については、ドイツの「GRS Batterien」のように、製造者が協同した自主回収システムも構築されており、回収および再資源化の効率が図られている。ELV-LiB についても当面発生量が少ないため、自動車メーカーが個々で ELV-LiB リサイクルスキームを作り上げていくのは効率的とは言えない。この家庭用電池のような共同システムを構築する可能性もあるが、具体的にシステム構築が検討されているという段階ではなく、ELV-LiB 発生が実際になった際に検討するという状況となっている。

GRS による電池回収の流れ



出典：Abfallwirtschaft 2010 講演資料、Imke Schneider 氏、Stiftung GRS Batterien

（3）中国に於ける動向

1．LiB 搭載自動車動向

1-1．LiB 搭載自動車普及の背景

世界一の人口を誇る中国では1990年代からの高度経済成長に伴い、自動車も急速に普及、2009 年に新車販売台数がアメリカを抜き世界一となった。また、保有台数も 2011 年中に 1 億台を突破し、アメリカに次いで 2 位となった。そのような自動車の普及に伴い、中国では排ガスによる大気汚染問題や CO2 排出量の増加による地球温暖化問題などの環境問題が無視できなくなっている。その中で、低炭素化や持続可能社会の構築を目指すため、中国政府は EV や HV 等の次世代自動車産業を今後の重点分野として育成していく方針を掲げている。

中国政府は、中でも特に EV の普及を積極的に推進していこうとしているが、この背景には中国の資源事情がある。中国には石炭が豊富に埋蔵されており、最大の産出国となっている。現在のところ、石炭エネルギーを電力エネルギーに変える技術がまだ低いものの、その技術を高めていくことができれば石炭を有効活用でき、石油に対する輸入依存度を下げることが可能となるためである。

次世代自動車の普及計画としては、草案が国務院に提出されており、今後発布予定の「省エネ・新エネルギー自動車産業発展計画」において EV や PHEV といった新エネルギー車の保有台数を 2015 年に 50 万台、2020 年には 500 万台以上とすることを目標として掲げている。また、自動車販売に占める新エネルギー車の割合を 5%程度にするという目標を盛り込んでおり、3 年間で総額 100 億元を投入するとしている。

「自動車産業調整振興計画」概要

主管部門	国務院
提出日	2009 年 3 月 20 日
目標	・電動自動車基礎施設システムを建設 ・生産能力を増強し、2011 年に 50 万台の EV、PHEV 等の新エネルギー自動車と HV 等の新エネルギー自動車生産規模を実現する。 ・新エネルギー自動車が自動車に占める販売量の比率を 5%程度にする。主要な自動車の生産企業は新エネルギー自動車製品の認定を取得する。 ・新エネルギー自動車技術を国際水準に到達させる。 ・新エネルギー自動車専用部品技術を国際先進水準にまで高める。

各種資料より矢野経済研究所作成

次世代自動車普及のための具体的な施策として、中国政府は 2009 年より「十城千輌（10 都市 1,000 台)」プロジェクトを展開している。同プロジェクトは EV の模範推進試験事業であり、プロジェクト対象として選定された都市において、2009 年に公布された「省エネと新エネルギー自動車模範推進財政補助資金管理暫定弁法」に基づき、バスやタクシー、公用車等、公共的に使用される車両の導入に対して補助金を給付するというものである。乗用車については HV であれば最高 5 万元、EV であれば 6 万元の補助金が支給される。

「省エネと新エネルギー自動車模範推進財政補助資金管理暫定弁法」における補助金額

車種		補助金額
乗用車	HV	4000～5 万元
	EV	6 万元
	燃料電池車	25 万元
バス	HV	5 万～42 万元
	EV	50 万元
	燃料電池車	60 万元

各種資料より矢野経済研究所作成

なお、本プロジェクトにおいて補助対象となる車両については下表の 5 点を満たす必要がある。省エネ・新エネルギー自動車メーカーは、動力蓄電池等の関連部品技術を最低でも 3 年、あるいは 15 万キロの保証期間を実施する必要があり、自動車メーカーと関連部品メーカーは必ず一定の生産規模があること、との条件が課されている。

「十城千輌」プロジェクト補助対象となるための条件

・「省エネと新エネルギー自動車模範応用プロジェクト推進者モデル目録」に適合している
・HV 乗用車および軽商用車と従来の自動車を比較し、5%以上の省燃料値に達していること HV バスは 10%以上に達していること
・HV バスの最大の電力効率と省燃料率は必ず第三検査機関による、 軽型 HV 電力電動自動車エネルギー消費率試験法 大型 HV 動力電動自動車エネルギー消費率試験方法 等の検査後に確定する
・生産メーカーは動力蓄電池等の関連部品技術を最低でも 3 年あるいは 15 万キロの保証期間を実施
・自動車生産企業と動力電池等の関連部品生産企業は必ず一定の生産規模を有すること

各種資料より矢野経済研究所作成

本プロジェクトは2009年の開始時点で13都市が選定されていたが、2011年9月の時点では25都市まで拡大された。また、2010年から上海や長春などの5都市において、個人に対しても購入補助金を給付するとしたことにより、次世代自動車の需要が拡大、生産台数も急増している。中国汽車工業協会担当者によると、2012年には次世代自動車の生産台数は15,000台程度にまで増加する見込みとなっている。

「十城千輌（10都市1,000台）」プロジェクト選定都市

選定時期	選定都市
初回承認 2009年1月	長春（吉林省）、大連（遼寧省）、北京、済南（山東省）、上海、杭州（浙江省）、合肥（安徽省）、南昌（江西省）、武漢（湖北省）、シンセン（広東省）、長沙（湖南省）、重慶、昆明（雲南省）
二回目で承認	天津、海口（海南省）、鄭州（河南省）、鄭州（河南省）、廈門（福建省）、蘇州（江蘇省）、唐山（河北省）、広州
三回目で承認	瀋陽（遼寧省）、成都（四川省）、フフホト（内モンゴル自治区）、南通（江蘇省）、襄樊（湖北省）

各種資料より矢野経済研究所作成

この次世代自動車に用いられる電池としてはNi-MH電池、LiBや燃料電池などがある。ただ、2009年に公布、施行された「新エネルギー車生産企業・製品参入管理規則」では、電池生産の技術レベルによって、「成熟期」「過渡期制限条件付成熟期」「発展期」に分けられており、その段階ごとに国内での販売可能地域も異なる。NiMH電池搭載車両の多くは「成熟期」とされ中国全土で販売が可能であるが、LiB搭載車などは「発展期」にあり製品によって指定された一部地域のみ販売可能となっている。そのような事情もあり、2011年の次世代自動車生産台数に占めるLiB搭載車数は46%程度と半数に満たない状況となっている。

ただ、その割合の推移を見ると、2008年に10%程度であったものが2011年に46%となっており、急速に高まってきたことが分かる。今後、そのペースは緩やかにはなるものの、2015年には55%に達する見込みとなっている。

また、2009年から公表されている「省エネルギー・次世代自動車師範普及プロジェクト推薦車種目録」によると、2012年2月時点で、乗用車やバス、その他公共車両まで含めたLiB搭載車を製造しているメーカーは全国で60を超え、車種数も200近くにまでなっているもようである。

2011年次世代自動車の生産台数と販売台数

		生産台数		販売台数	
EV		5,655		5,579	
	うちLiB搭載車		2,550		—
HV		2,713		2,580	
	うちLiB搭載車		1,300		—
次世代自動車合計		8,368		8,159	
	うちLiB搭載車		3,850		—

出所：中国汽車工業協会へのヒアリングなどを元に矢野経済研究所作成

次世代自動車生産台数とLiB搭載車の占める割合推移

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
次世代自動車（台）	500	2,000	4,500	8,368	15,000	35,000	50,000	80,000
内、LIB搭載車（台）	50	700	2,000	3,850	7,000	17,000	25,000	44,000
構成比（%）	10	35	44	46	47	49	50	55
LIB保有台数（台）	50	750	2,750	6,600	13,600	30,600	55,600	99,600

※2012年以降は予測

出所：中国汽車工業協会へのヒアリングなどを基に矢野経済研究所作成

1-2. LiB 搭載自動車の展望

中国では HV や EV 市場に参入する際には、条件として、バッテリー、モーター、電子制御システムの基幹技術 3 部門のうち、最低 1 つの技術を有する必要があるとされる。そのような中、元々電池メーカーであった中国の新興メーカーBYD Auto が、2008 年自社開発の電池を搭載するための自動車を開発するという形で次世代自動車市場に参入している。電池に関するコア技術を持っているため EV の製造に有利な点も多く、大手の国内自動車メーカーや外資系メーカーに先駆けて世界初の量産型 PHEV「F3DM」（LiB 搭載）の発売を開始した。

一方、外資系メーカーの動向を見ると、トヨタが 2006 年に HV の販売を開始しているものの、EV や PHEV の販売は軒並み 2012 年からとなっている。上述した 3 部門におけるコア技術の要求は外資系企業にも求められるが、外資系大手の中には自社で電池技術を持っているメーカーは少なく、そのためか、2008 年に LiB 搭載車の発売を開始した BYD と比較して中国国内での販売は遅くなっている。

ただ、今後については中国メーカーだけでなく、欧州、米国、日本の各メーカーともに中国における次世代自動車の販売に積極的な姿勢を示しており、その中で LiB 搭載車の販売計画については下記のような状況となっている。

■中国メーカー

中国の現地自動車メーカーでは、国有で外国資本との合弁に積極的な上海汽車、「ビッグ 5」の 1 社で自社ブランドの自動車では国内で最多の販売実績を誇る奇瑞汽車、世界トップクラスの LiB メーカーでもある比亜迪（BYD）などがある。

上海汽車はドイツのフォルクスワーゲン（VW）や米国のゼネラルモーターズ（GM）と提携しているが、かつての MG ローバーの生産設備を利用して自主ブランドの「栄威」を立ち上げている。2011 年 11 月に EV の「栄威 E50」を発表（2012 年発売予定）し、2012 年には「栄威 550」の PHEV タイプの発売も予定している。

奇瑞汽車は、2010 年 11 月にプラグイン方式の EV「瑞麒 M1-EV」をすでに発売している。2012 年には、バッテリー交換技術を有する米国のベタープレイス社と協力して、「瑞麒 G5」をベースとしたバッテリー交換方式 EV の発売を計画している。

BYD は、2008 年 12 月に世界初の量産型 PHEV「F3DM」を官公庁、企業向けに発売し、2010 年 7 月からは個人向けにも販売している。EV については、2009 年 12 月に「e6」を官公庁、企業向けに売り出し、2011 年 10 月に個人向けの販売を開始した。「F3DM」は 3 年間で数百台の販売に止まっているが、「e6」は個人向けを含めて月間 1,000 台の販売を見込んでいる。

■欧州メーカー

欧州系では、いち早く中国市場に参入した VW や同じくドイツのダイムラーなどが代表的な自動車メーカーである。VW は、上海汽車や第一汽車と合弁会社を設立した最初の外資系メーカーであり、合弁会社 2 社を合わせた販売シェアは中国の自動車市場で 1、2 位を争っている。EV については合弁 2 社と開発を進めており、2014 年に生産を開始して、2018 年までに量産化（10 万台）を行う計画である。PHEV についても平行して開発を進め、2015 年には 1 車種の発売を予定している。

ダイムラーは、2010 年に BYD と EV を共同開発することを目的とした合弁会社を設立している。2012 年にコンセプトカーを発表、2013 年にも市場投入する計画である。コンセプトカーの車名等は未公表ながら、「ダイムラーの持つ EV 車両構造と安全面でのノウハウに、BYD のバッテリー技術を融合させた EV」と説明している。

■米国メーカー

中国市場において VW と並ぶ代表的な外資系メーカーであるゼネラルモータース（GM）は 2012 年 1 月に LiB を搭載した PHEV の「シボレー・ボルト」第 1 号車を中国の上海市で引き渡した。上海市の嘉定区は「中国 EV 国際デモンストレーションゾーン」に指定されており、大規模な実証実験が行われる。そのための納車となった。このデモンストレーションでは、一般ユーザーに試乗してもらい、充電や走行性能に関するデータを集め検証するとしている。ただ、同車については中国国内の生産ではないため、「十城千輛」プロジェクトの補助金対象とはない。現時点では車体についての詳細は明らかにしていないが、上海汽車と専用のプラットフォームを用いた EV の共同開発にも合意しており、2013 年の市場投入を目指している。

■日本メーカー

日系メーカーではトヨタ、日産、ホンダが本格参入している。いずれも中国市場ではやや出遅れ感があったが、中国政府が新エネルギー車の普及拡大政策を強化していることで、得意とする PHEV や EV でのシェア拡大を目指している。

トヨタは、第一汽車および広州汽車と提携しているほか、2010 年には 100％出資の「トヨタ自動車研究開発センター」を設立している。同センターを中心として次世代車の部品開発を進めるとしており、2013 年を目途に PHEV および EV を市場投入する計画である。

日産は、東風汽車との合弁会社が生産する中国専用ブランド「ヴェヌーシア」の EV 生産を 2012 年にも開始する予定である。当初、2015 年としていた生産・販売時期を大幅に前倒しする形となっている。2015 年までに「ヴェヌーシア」ブランドで EV を含む 5 モデルを投入し、年間 30 万台の販売を目指している。

ホンダは東風汽車、広州汽車と提携しており、2011 年 11 月には広州汽車とともに「フィット」をベースとする「フィット EV」の実証実験を開始した。2012 年には広州汽車との

合弁会社が EV の現地生産を開始する予定となっている。

大手自動車メーカーによる中国での LiB 搭載車販売予定

自動車メーカー		提携する中国企業	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	・・・
中国	奇瑞汽車（チェリー）			2010年11月、PHEV「瑞麒M1-EV」の発売を開始						
中国	奇瑞汽車（チェリー）					米・ベタープレイス社と提携。2012年に「瑞麒G5」をベースとしたEVの発売を予定				
中国	上海汽車					2011年11月、自主開発EV「栄威（ROEWE）E1」を発表。2012年にEVおよびPHEV、合わせて2万台の販売を予定				
中国	比亜迪（BYD）		2008年12月、PHEV「F3DM」を官公庁、企業向けに発売。2010年7月、個人向け販売開始。3年間で数百台の販売実績							
中国	比亜迪（BYD）		2009年12月、EV「e6」を官公庁、企業向けに発売。2011年10月、個人向け販売開始。月間1,000台の販売を見込む							
欧州	VW（独）	上海、一汽							合弁会社2社と開発中のPHEVは、2015年に1車種が完成予定	
欧州	VW（独）	上海、一汽						上海汽車および第一汽車との合弁会社2社は2014年にEVの生産を開始、2018年までに大量生産（10万台）を行う計画		
欧州	ダイムラー（独）	BYD					2010年5月、BYDとEVを共同開発することを目的とした合弁会社を設立。2012年にコンセプトカーを発表予定。2013年、中国市場に投入予定。コンセプトカーの車名等は未公表ながら、「ダイムラーの持つEV車両構造と安全面でのノウハウに、BYDのバッテリー技術を融合させたEV」と説明			
米国	GM	上海				2011年11月、PHEV「シボレー・ボルト」を発表。外資系企業のPHVはGMが第一号になる見込み				
米国	GM	上海					2011年9月、上海汽車とEVの共同開発を行うことで合意。2013年の市場投入を目指す			
日本	トヨタ	一汽、広州					豊田汽車研究中心（トヨタ100%出資の研究開発センター）、第一汽車および広州汽車との2つの合弁会社と連携し、2013年を目途に現地生産のPHEVおよびEVを市場投入予定			
日本	日産	東風				東風汽車との合弁会社は、中国専用ブランド「ヴェヌーシア」のEV生産を2012年にも開始予定。2015年までに「ヴェヌーシア」ブランドでEVを含む5モデルを投入し、年間30万台の販売を目指す				
日本	ホンダ	東風、広州				2011年11月、中国・広州市で「フィット」をベースとする「フィットEV」の実証実験を開始。広州汽車との合弁会社が2012年内を目標にEVの現地生産を開始する予定				

出所：各種資料より矢野経済研究所作成

2. LiB 搭載廃車発生動向

2-1. ELV 回収・リサイクルルート

2-1-1. 自動車の登録抹消制度

中国において所有者が車両を廃棄する場合、あるいは盗難等により車両が滅失した場合は、「中華人民共和国道路交通安全法実施条例」(2004 年 5 月施行) に基づいて車両の「抹消登録」が行われる。

車両を廃棄する場合は、所有者が交通管理局より「自動車廃棄証明」の発行を受けた後、認定解体業者へ ELV を有償もしくは無償で引き渡す。同時に認定解体業者より「廃車回収証明」が発行され、その廃車回収証明をもとに抹消手続きが行われる仕組みである。

なお、車両が滅失した場合は、交通管理局に「所有者の身分証明」および「自動車登記証書」を提出することで抹消登録されることとなる。

2-1-2. ELV に関連する法令法規と政府部門の役割

中国における法令、法規は公布機関が多岐にわたり、強制力も異なるなど複雑な形態になっている。

中古車の流通や ELV の回収解体等、自動車に関連する政策の主管部門は商務部である。国家発展改革委員会は産業発展のマクロ的な政策を担っており、国家工商行政管理総局（工商総局）は主に企業管理を受け持っている。公安部およびその配下の交通管理局は、自動車関連の登録管理を行っている。また、環境保護総局は、環境問題を引き起こす可能性のある企業や組織の管理を担当している。

次頁に ELV のリサイクルに関連する法令、法規を示した。

ELV のリサイクルに関連する法令法規

適用分野	分類	法令・法規	公布年 （施行年）	公布機関	詳細
経済	法律 （強制的）	循環経済法	2008年	全国人民代表大会 常務委員会	3R（減量化、再利用、再資源化）の推進により循環型経済の確立を行う。政府、企業、消費者、業界団体が主体である。
取引	政策 （強制的）	自動車取引 政策	2005年	商務部	・廃棄自動車回収解体企業は、国家の関連法律、法規を厳格に守り、業務を展開し、速やかに回収した廃棄自動車の解体を行わなければならない。廃棄自動車回収管理弁法に基づきエンジン、フロント・リアアクスル、変速機、ステアリング、シャーシの「5 大アッセンブリ」の解体については、くず鉄にして鉄鋼企業へ冶金精錬原料として売却しなければならない。 ・廃棄自動車回収解体企業が解体する廃棄自動車の部品およびその他の廃棄物、有害物（オイル、液、バッテリー、有害金属等）の保管、転送、処理等は、「環境保護法」、「大気汚染防止法」等の法律の要求に合致し、安全、無汚染（若しくは、汚染を最低限に抑える）を確保しなければならない。
登録	部門規則	中華人民 共和国 自動車登録規定	2001年 （2004年）	公安部	・国家は中古車の流通を奨励する。競争メカニズムを構築し、流通チャネルを開拓、条件に適合する自動車ブランドディーラー等が中古車販売業を経営したり、別の地域に支店を設立しチェーン店販売をしたりすることを支持する。 ・自動車部品の販売に携わるものは、その販売する全ての自動車部品及びその他自動車用品の名称、生産者名、価格等の情報を明示し、更にメーカー純正部品、メーカーによる使用認証部品、廃棄車両からの解体再利用部品、再生部品の区別を明確に表示しなければいけない。 ・廃棄自動車解体再利用部品の流通の規範化を急ぐ。廃棄自動車回収解体企業が関連規定により販売可能とされている部品を販売する際、目立つ位置に「廃棄自動車再利用部品」の表示を行わなければならない。
廃棄	行政法規	廃棄自動車 回収管理弁法 （通称：307号令）	2001年	国務院	［目的］国内の非合法な自動車再組立を防止し、自動車廃棄制度の規範化を図る。 ［対象］二輪車、農業用貨物輸送車両を含む自動車。 ［概要］再組立の禁止、廃棄自動車回収解体企業の要件規定、廃棄自動車回収解体企業の管理体制の明示。 ［再組立車両の定義］使用済自動車から取外されたエンジン、フロント・リアアクスル、変速機、ステアリング、シャーシの「5 大アッセンブリ」とその他の部品を組み付けたもの。 ［廃棄自動車の定義］国家廃車標準に到達した自動車もしくは「自動車運行安全技術条件」（ GB7258-1997 ）、「自動車排気汚染物排出規制基準」（GB14761.1~14761.7）および「オートバイ排気汚染物排出規制基準」（GB14621）に適合しない自動車 ［監督管理体制］商務部が全国の廃棄自動車回収解体の監督管理機関の組織化を担当し、各地域における関係部門が廃棄自動車回収解体企業の監督管理を行う。 ［廃棄自動車回収解体企業の要件］ 1.登録資本は最低50 万元。納税を行っているものとする。 2.解体する地面面積は最低でも5,000 平方メートル以上。 3.解体設備と消防施設が必要。 4.年間回収能力は最低500 台。 5.正社員は最低20 人。その中で専門技術員は最低5 人。 6.廃棄自動車、廃棄の5 大アッセンブリと再組立車両等を販売するといった法律違反記録がない。 7.国家規定の環境保護標準に従っている。また自動車回収企業を設立するには、国家発展改革委員会の発表している廃棄自動車回収職種統一計画、合理組立の要求を満たさなければならない。
	部門規則	自動車 強制廃棄標準 （意見募集稿）	2006年	商務部	「自動車強制廃棄標準」の改定案。この中では、使用年限、自動車の廃棄に対する全ての規制が緩和される方向となっている。 この中で自動車が強制廃棄される条件として以下の7 通り規定している。 1. 使用年限の到来したもの 2. 修理、調整を経ても自動車の国家安全技術基準の要求を満たすことができないもの 3. 修理調整もしくは排気規制技術を採用後も、排気汚染物または騒音が国家基準に満たないもの 4. エンジン、シャーシ（もしくは積載式ボディー）が共に破損し、交換が必要なもの 5. エンジン、シャーシ（もしくは積載式ボディー）のどちらか一方が破損し交換が必要であり、トランスミッションアッセンブリ、駆動車軸アッセンブリ、非駆動車軸アッセンブリ、ステアリング系統、フロントサスペンション、リアサスペンション中の3 個以上のアッセンブリ交換が必要なもの 6. 自動車安全技術検査の1 周期中で連続3 回検査不合格となったもの 7. 検査合格有効期限が満了後、連続して自動車安全技術検査周期を2 回経過しても検査に参加していないものまたは、自動車検査合格標識を未取得のもの これらと同時に、新基準は自動車使用年限を新たに規定しなおし、「小型タイプの非営業自家用車と専門作業車に対する使用年限規定を撤廃した。
	地方規則	上海市廃棄 自動車回収 管理実施弁法	1996年	上海市人民政府	・企業または個人が回収企業に引渡しまたは販売した廃棄自動車は、エンジン、トランスミッション、車軸、フレーム、ステアリング等主要アッセンブリが揃っている状態でなければならない。
	部門規則	オートバイ 廃棄標準 暫定規則	2002年	商務部	・「廃棄自動車回収管理弁法」に基づき制定。 ・二輪車廃棄基準の制定（走行10 万km、使用年数8 年、重大損壊、燃費基準値20%超、修理後に自動車安全技術検査未達、排気汚染量及び騒音が国または地方基準超）

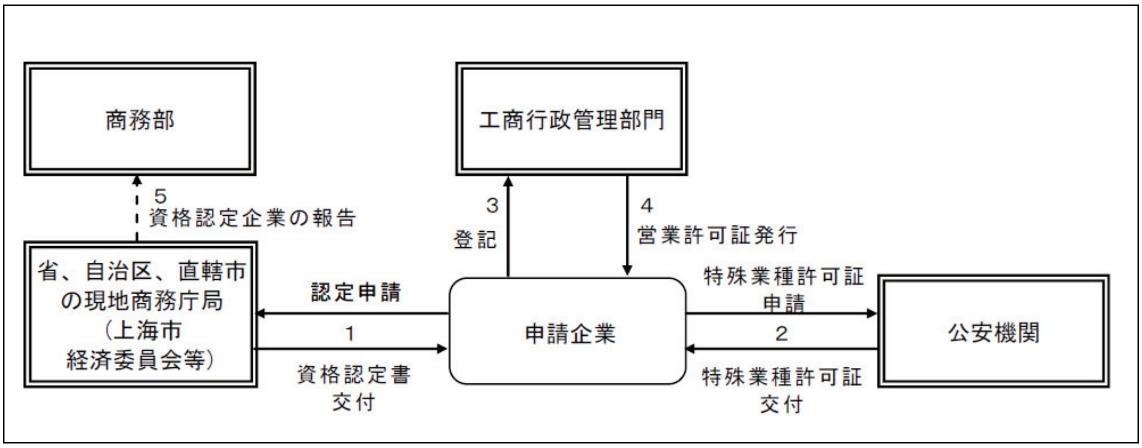
ELV のリサイクルに関連する法令法規

適用分野	分類	法令・法規	公布年（施行年）	公布機関	詳細
廃棄	地方規則	オートバイ廃棄管理に関する規定（上海）	2002年（2003年）	上海市人民政府	・「廃棄自動車回収管理弁法」及び関連規定に基づき制定。 ・二輪車廃棄基準の制定（走行10 万km、使用年数8 年、重大損壊、燃費基準値20%超、修理後に自動車安全技術検査未達、排気汚染量及び騒音が国または上海市基準超、修理部品の入手不可能時）
		北京市オートバイ廃棄管理弁法	2002年	北京市人民政府	・「廃棄自動車回収管理弁法」及び関連規定に基づき制定。 ・二輪車廃棄基準の制定（使用年数8 年、自動車安全技術検査未達、排気汚染量が北京市基準超、国家規定のその他廃棄基準超）
		重慶市廃棄自動車回収管理暫定弁法	2006年	重慶市人民政府	・「廃棄自動車回収管理弁法」、「自動車取引政策」、「自動車産業回収利用技術政策」に基づき重慶市の現状に基づいた指導的文書。 ・無認可解体企業への使用済自動車の引渡し禁止。 ・廃棄自動車回収解体企業による解体後の5 大アッセンブリ追跡管理制度の設立を奨励。
	部門規則	廃棄自動車回収企業総量規制方案	2001年	商務部	「廃棄自動車回収管理弁法」の規定に基づき、国家は廃棄自動車回収企業に対し資格認定制度を実施する。 各地域における廃棄自動車回収企業の数は、各地域の特徴および保有自動車台数を主な材料とし、廃棄自動車の集中解体、機械化処理、大規模化による経営発展合理性を合わせて考慮の上、決定される。原則上、地級市5ごとに1 社の回収解体企業を設置、直轄市2-4 社、計画リストに載っている市および省都に1-2 社設置される。冶金、鉄道系列の企業、元々中国物資再生利用協会系列の企業はリストアップされない。 廃棄自動車回収企業の経営を規範化し、廃棄自動車の「5 大アッセンブリ」の市場流入をコントロールするため、各地域は鉄鋼企業と回収企業の複合経営もしくは株式持合い制等の方式を積極的に指導し、廃棄自動車回収、解体、販売の一体化管理を徐々に推し進める。
環境保護	通達	廃棄自動車解体環境保護技術規範	2007年	環境保護総局	環境保護を視野に入れた自動車の解体、発生廃棄物の適正管理・処理についての規範。
再利用	政策（指導性）	自動車製品回収利用技術政策	2006年	国家発展改革委員会、科学技術部、環境保護総局	・中国の自動車製品廃棄回収制度の設立を推進するための指導的文書。 ・指導目的は、自動車の生産、販売及びその関連企業により自動車製品の廃棄回収作業の展開を推進することである。 ・中国政府は適宜本政策において提起される関連制度を策定し、2010 年以前に順次実施に移していく。 ・廃棄自動車の材料、物質の分別収集と分別作業システムを構築し、自動車廃棄物の十分な合理的利用と無公害化処理を促進、廃棄物の危険性をゼロに近づけ、リサイクル資源の回収、加工、再利用体系を継続的に改善する。 ・自動車のリサイクル可能率は2010 年で85%前後（うちマテリアルリサイクル80%以上）、2012 年で90%前後（うちマテリアルリサイクル80%以上）、2017 年で95%前後（うちマテリアルリサイクル85%以上）とする。 ・鉛合金、蓄電池、鉛コーティング、クロムコーティング、添加剤（安定剤）、ライト用水銀を除き、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムの使用を制限する。 ・自動車廃棄物の合理的な利用と無公害化処理を促進し、廃棄物の危害性をゼロにまで下げることを促進する。 ・自動車の生産、使用、廃棄の各領域において、環境の保護に十分な注意を払い、中国政府の環境保護基準と関連政策法規の要求に合致し、人類の生存環境への損害を回避する。
	部門規則	再生資源回収管理弁法	2007年	商務部、国家発展改革委員会、公安部、建設部、工商総局、環境保護総局	金属スクラップ、廃棄電子製品、廃棄機電設備及び部品、廃紙生産原料（例廃紙、廃綿等）、廃棄軽加工原料（例ゴム、プラスチック、農薬包装物、動物骨、毛髪等）、廃ガラス等を含む再生資源を売買する際、契約書を交わし、再生資源の名称、数量、規格、回収回数、決済方式等を明記するべきである。

出所：経済産業省　平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）

次頁の図は、「廃棄自動車回収管理弁法」に基づいて行われる、ELV 回収解体企業の資格申請フローである。申請企業は、省、自治区、直轄市の人民政府商務庁局に認定を申請し、条件に符合することを確認後、「資格認定書」を交付される。続いて、「廃棄金属購買業治安管理弁法」の規定に基づき、公安機関に対し「特殊業種許可証」を申請し交付を受ける。さらに、「資格認定書」、「特殊業界許可証」を添えて、工商行政管理部門で登記手続きを行う。申請企業は営業許可証を受領後、廃棄自動車回収解体業務に従事することが可能となる。なお、省、自治区、直轄市の商務庁局は、当該行政区内で資格認定を取得した廃棄自動車回収企業を商務部に報告することとなっている。

廃棄自動車回収管理弁法に基づく ELV 回収解体企業資格申請フロー



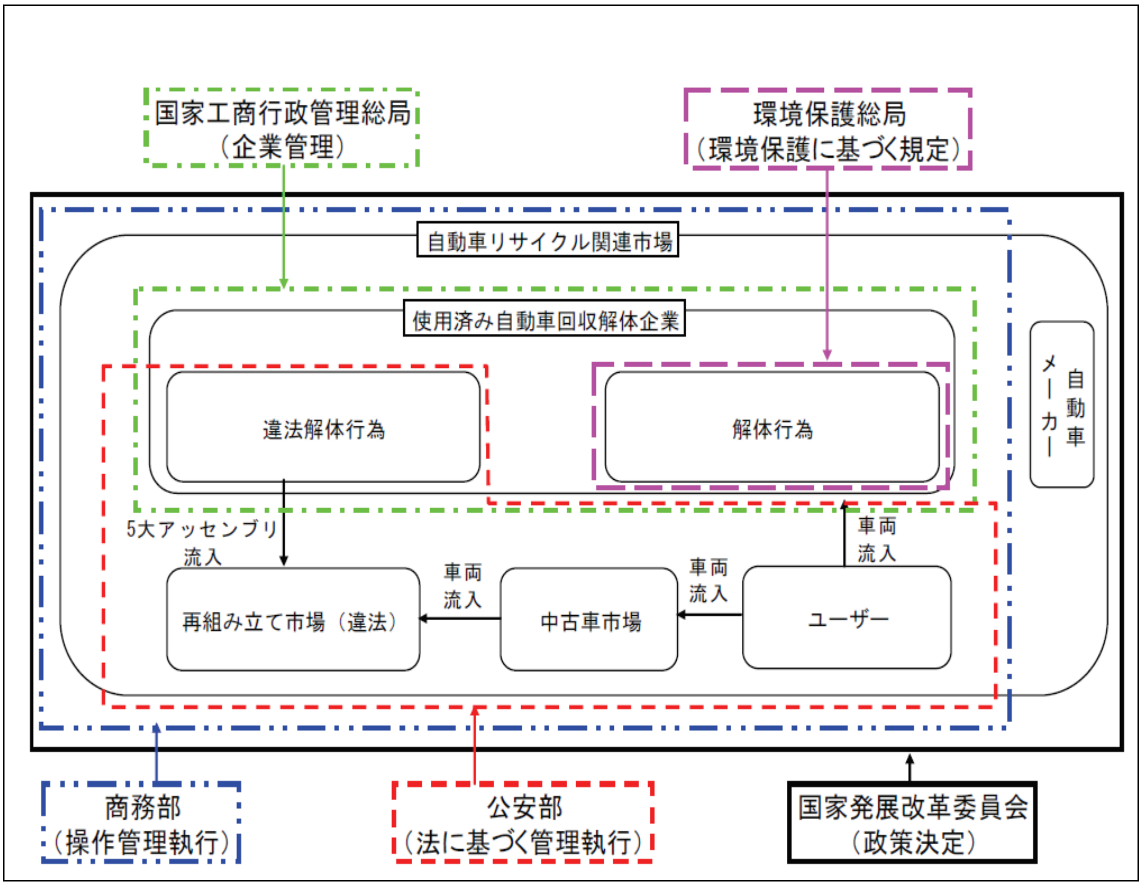
出所：経済産業省　平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）

自動車リサイクル関連市場における政府部門の役割を次頁図に示した。各部分に具体的な監督管理組織があり、一見それらが協調しているようにみえるが、政府と市場の役割を明確化した政府改革に伴って、実際の運営上は多くの監督管理者不在問題が存在する。

「廃棄自動車回収管理弁法」の主目的は、自動車再組立市場の取締まりであった。同法では、5 大アッセンブリ（エンジン、トランスミッション、ステアリングシステム、フロント・リアアクスル、フレーム）のスクラップ処理を求めているが、実際には自動車再組立市場が存在し、5 大アッセンブリの補修用中古部品としてのニーズがある。法規とこれら市場実態のギャップを埋めるべく、また、再製造は、循環経済の三原則「減量化、再利用、再資源化」の「再利用」における重要過程であり、廃棄機械や電気製品の循環利用に関する核心措置であるという考えのもと、2008 年に国家発展改革委員会が中心となって、行政法規「自動車部品再製造試行管理弁法」が公布された。同法は、自動車部品再製造業のモデル事業的な位置付けであり、自動車メーカーなどの認定を受けた企業に限られることなどの制約がある。また、補修業務にのみ使用でき、新車生産には使用できないと明示されるなどの管理がなされているものの、再製造業の発展を促すための法律と捉えることができる。

今後 EV や PHEV が普及した場合には、車両における最重要部品となるのがバッテリーであるため、上記のようにその再製造が認められることになるのかが注目される。

自動車リサイクル関連市場における政府部門の役割



出典：経済産業省「平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）」

2-1-3. ELV の処理実態

中国では「自動車強制廃棄標準」によって自動車に使用期限が設けられており、個人で所有している乗用車については新車登録から 15 年、商用車については 8 年経過した場合、原則として強制廃棄となる（検車と言われる日本の車検制度に合格することで使用期間の延長も可能)。廃棄車両については、前述のように、回収解体の認可を受けた企業が処理することが定められている。しかしながら、実際には違法に処理を行う企業も多く、そちらにも多くの ELV が流入している。廃棄の手続きは手間がかかる上、認可を受けた解体業者に持ち込んでもおよそ 1,000 元ほどにしかならない。一方、違法業者に引き取ってもらう場合には 1 ~2 万元程度の値が付けられており、相当数がそのような解体に回っている。また、中国では都市部とそれ以外の農村地域とで経済状況が大きく異なっており、農村地域に暮らす人々にとって車は非常に高い買い物となる。そのため、そのような地域向けに不正に流れている車両もあり、実際には相当数の車両が違法なルートを辿っている。

そのような中国における ELV 処理の実態については少し前のものになるが、経済産業省の「平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査)」において調査が実施されている。その中で、2005 年の数字となるが、使用済みとなった車両の流通および解体状況についての推計が行われているため、内容を抜粋し次頁に掲載する。

2005 年における ELV の流通および解体状況

・2005 年における中国の ELV 発生台数は 111 万台。

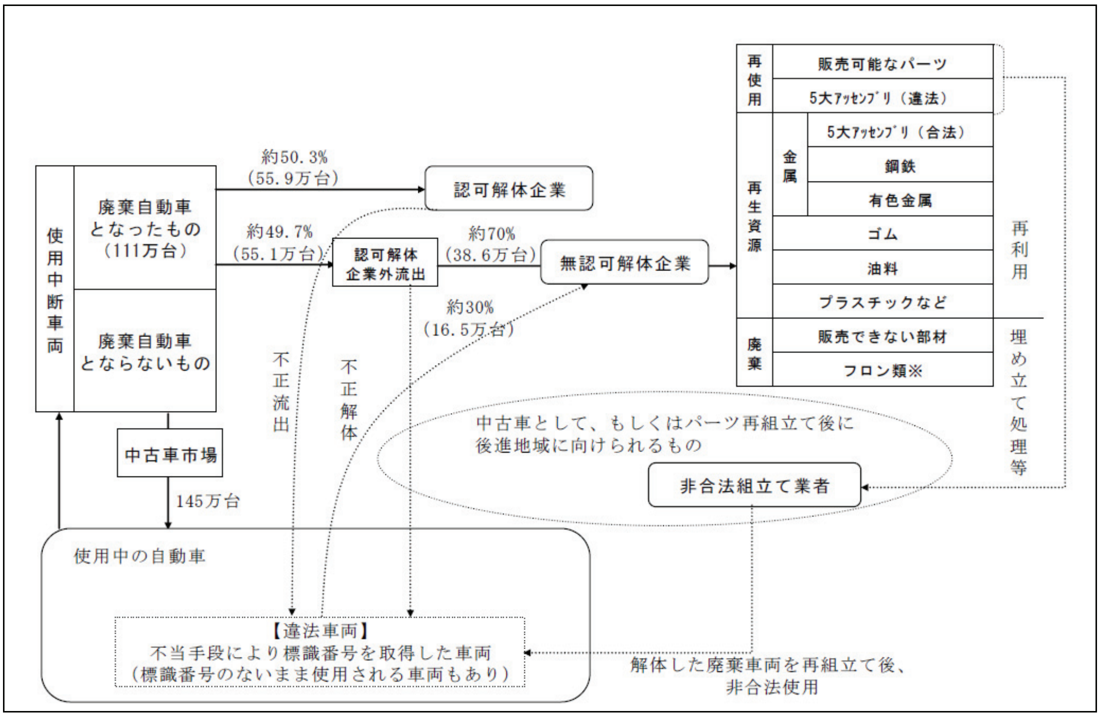
・中国の廃棄自動車回収解体業者数は、2001 年に国家経済貿易委員会（当時）が発表した廃棄自動車回収企業総量規制方案の「回収解体工場は地級都市ごとに 1 ヵ所、直轄市ごとに 2～4 ヵ所、計画単列市及び省レベル都市に 1～2 ヵ所に設置する」という原則に基づき、2003 年時点で全国に 365 社存在した。

その後の ELV 発生台数の増加に伴い、企業数も増加しているものと予想される。

・下の図は、2005 年に商務部が実施した廃棄自動車回収解体業者 244 社を対象とした統計調査に基づき、全体（365 社）を拡大推計したもので、ELV の流通および解体状況を示している。

2005 年の ELV 発生台数 111 万台の内、許可された業者によって回収、解体された車両は 55.9 万台で全体の約 50.3%と推計される。残りの車両は無認可の回収解体業者へ流出したか、内陸部を始めとする経済的後進地域へ中古車として流出し、引き続き使用されている可能性がある。

ELV の流通および解体状況（2005 年／推計）



出所：経済産業省「平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）」より抜粋

また、同調査報告書では、北京市や上海市などの主要都市における解体状況についても記載されているため、その内容についても抜粋してまとめたものを次頁に記す。

主要都市における ELV の解体状況

■北京市における ELV の解体状況

北京市における回収、解体状況をみてみると、同市には許可を受けた廃棄自動車回収解体業者が 9 社あり、自由競争のなかで顧客を獲得している。一般的な解体作業プロセス（表 2 参照）は日本の解体業者とほぼ同じで、廃棄自動車回収管理弁法に基づき公安機関によって監督管理されている。

業界大手の北京市連合自動車解体工場（年間入庫台数：約 5,000 台、従業員：約 30 人）によると、車両の仕入価格は 1 台当たり約 1,000 元で、その車両から約 2,000 元の売上を上げている。売上構成比は部品販売が約 30%、素材販売が同 70%となっており、オイルやプラスチック、スポンジといった日本では処理費用が発生する素材も有償で販売されている。中古部品を販売する場合は、ユーザーや整備業者が直接買い付けに来ている。北京市では、車両から部品を取り外した状態では販売しにくい（顧客は、どのような車から部品を取り外したかを確認する）とのことで、中古部品取り外し用の車両を 300 台程度所有している。これらの解体は手解体で行われており、人件費が安価なことから積極的な設備投資を行う意向はない。課題は、本来 ELV となるべき車両が中古車として流通していることや無認可解体業者の存在により、解体用車両の集荷量が増加しないことに絞られている。

北京市の認可企業における一般的な解体作業プロセス

1	回収車両入庫後、公安車両管理部門による確認検査
2	交通警察に照会後ナンバープレートを回収
3	廃油類（ガソリン・オイル等）、フロン類の回収
4	5 大アッセンブリの破壊
5	再利用（販売）可能な部品（を搭載した車両）を確保
6	有償素材を販売
7	残渣（織物及び布類等）を回収業者へ引渡し

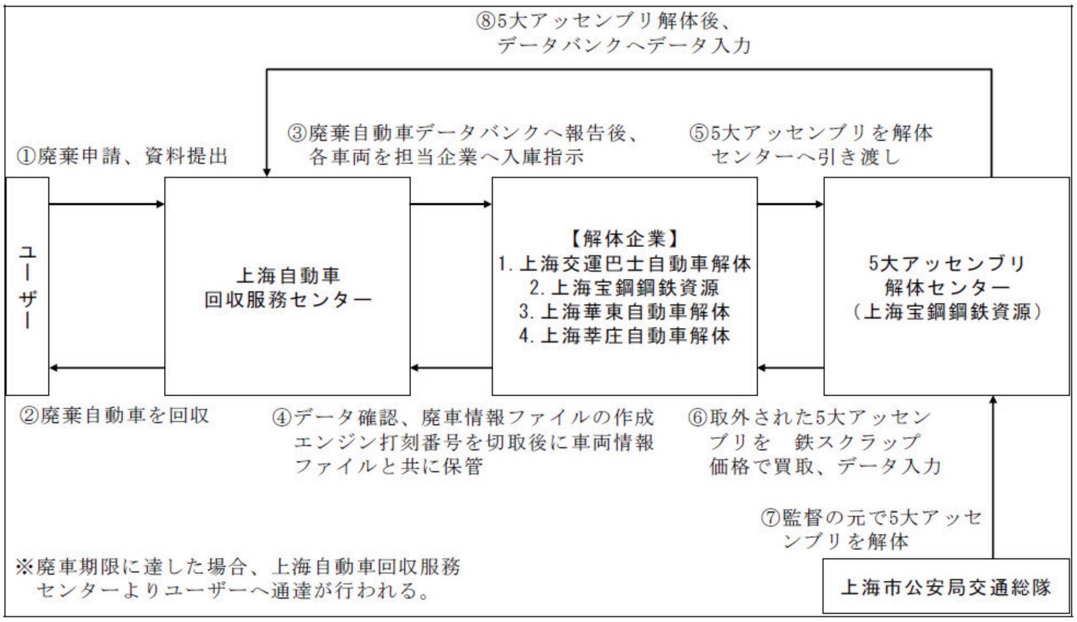
■上海市における ELV の解体状況

上海市における ELV の回収解体体制は、廃棄自動車の回収管理部門である「上海市自動車回収服務センター」と廃棄自動車解体業者 4 社、5 大アッセンブリの廃棄解体工場である「上海宝鋼鋼鉄資源有限公司（廃棄自動車解体業者でもある）」で構成されている（次頁の図参照）。上海市自動車回収服務センターは、上海市内のすべての自動車の回収を担当しており、自動車ユーザーからの廃棄自動車回収関連申請を受理、管理する責任を負っている。これらの拠点と上海市公安局とを結ぶオンライン上のデータバンクにより、車両や 5 大アッセンブリの移動状況が管理されている。なお、解体業者 4 社はそれぞれ取扱車種が決まっているため、廃棄自動車の車種によって振り分けられている。

費用の流れは、上海市自動車回収服務センターがユーザーからトン当たり 150 元で ELV を買い取り、解体業者はセンターから同じく 450 元で購入する。上海宝鋼鋼鉄資源有限公司は鉄スクラップ市場の相場価格に基づき、解体業者に対して 5 大アッセンブリの費用を支払うこととなっている。

上海宝鋼鋼鉄資源有限公司は、上海市内における 19 座席以下の乗用車と二輪車の回収解体業務を行い、上海市外の解体業者の 5 大アッセンブリ解体業務も請け負っている。ELV の年間解体処理能力は 2 万台で、5 大アッセンブリの処理能力は 2 万トンである。また、20 万元を投資して検査設備を購入しており、利用可能な自動車部品は検査を行ってから販売（小売および業販）している。アルミや銅などの素材については素材メーカーや加工メーカーに販売している。同社は、上海で解体環境および技術が最も進んだ業者であるが、ELV が十分に回収されていないことから、年間解体台数は 2,000〜3,000 台に止まっている。

上海市における ELV の回収解体体制



■重慶市における ELV の解体状況

自動車保有台数が約 150 万台と全国 5 番目である重慶市は、毎日 500 台が上積みされている状況で、ELV の回収台数も年間 5〜6 万台に達しているものとみられる。

重慶市政府が認可している廃棄自動車回収解体業者 4 社の回収台数が年間 3〜4 万台と推計されることから、残る 2 万台は無認可業者に流出しているものとみられ、問題視されている。

認可業者である重慶金属回収有限公司の年間解体台数は 1 万台で、主力は加工アルミの販売である。重慶市の自動車部品業が使用するアルミの 60〜80%を納入しており、中国南西地区やロシアからの需要もあるということである。

出所：経済産業省「平成 19 年度アジア産業基盤強化等事業（自動車リサイクル等調査）」より抜粋

2-1-4. 中古車・中古部品の輸入状況

中国では「自動車取引政策（2005 年 16 号令）」において、「国は如何なる貿易方式でも中古自動車およびそのアッセンブリ、備品および右ハンドル用自動車を輸入することを禁止する（輸出製品の開発に使用する右ハンドル車は除く）」と規定しており、中古車および中古部品の輸入は原則禁止されている。但し、中国非居住者の駐在員向けには 1 人 1 台の中古車輸入が認められており、この例外を悪用した中古車販売マーケットが存在するものとみられる。

中古部品については、再生資源回収管理弁法に基づき、資源の再利用を目的とした廃棄自動車（既にスクラップ化したもの）およびその部品の輸入は許可されている。しかし、これらを自動車に組み付けたり、流通ルートに流したりすることは禁止されている。

ただ、先述したように、「自動車部品再製造試行管理弁法」が公布されるなど、中古部品の利用については、5 大アッセンブリの使用が解禁の方向に転換しつつあるとされる。中古部品は基本的に ELV から取り外されるため、急激に自動車産業が拡大している中国では供給量が充分ではない。そのため、将来的に中古部品およびリビルト部品の輸入規制緩和に向かった場合、生産量も多く、高品質の中古部品が生産される日本は供給元としての存在感が強まるものと想定される。

2-1-5. 日本企業の進出状況

中国における ELV の解体は手作業が中心となっており、処理に時間を要している。先述したように、自動車は急速に普及しており、ELV についても今後、発生台数が増加していくことが予想されている。そのため、今後 ELV の効率的な処理が必要となってくる。

日本の経済産業省はインフラシステム輸出を推進しているが、「平成 22 年度インフラ・システム輸出促進調査等委託費（中国における自動車リサイクル事業に関する実施可能性調査）」において、豊田通商による中国現地でのリサイクル事業開始を支援している。同社は中国の成都聚源鑫再生資源回収有限公司（本社：中国四川省成都市）、有限会社昭和メタル（本社：埼玉県越谷市）と合弁で、中国四川省成都市に自動車解体リサイクル会社を設立することに合意した。2012 年より工場の建設を開始、秋ごろには完成する見込みとなっており、ELV を鉄、非鉄、部品などに分離し、中国国内で販売するとしている。また、コンセプトを「中国の ELV 解体モデル工場」・「環境、安全、高生産性」とし最大処理能力 2,000～3,000 台/月の先進的な施設とする計画している。

豊田通商は日本国内で 40 年ほど前から ELV のリサイクル事業に取り組み国内にバリューチェーンを築いてきた。中国でも今回建設する工場をはじめとして、他の地区においてもリサイクル会社の設立を計画し、中国においても ELV リサイクル・バリューチェーンの構築を目指す方針としている。

2-2. LiB 搭載廃車発生予測（2015 年、2020 年）

中国では先述したように新車販売台数が世界 1 位、保有台数が同 2 位とモータリゼーションが進んでおり、今後についてもますます増える見込みで 2020 年には 4,000 万台に達するという予測もある。そのような中、ELV についても今後発生台数が増加していくことは確実で、平成 22 年度に経済産業省が実施した「中国における自動車リサイクル事業実施可能性調査」によれば、2009 年時点では 200 万台ほどであったものが、2020 年時点で 900 万台を超えるものと推計されている。

近年普及し始めた次世代自動車についても 2015 年には 80,000 台程度の生産台数となるものと予測されているが、それとともに ELV の発生台数も徐々に増加していくことが予想される。

次世代自動車の生産台数と LiB 搭載車の保有台数推移（再掲）

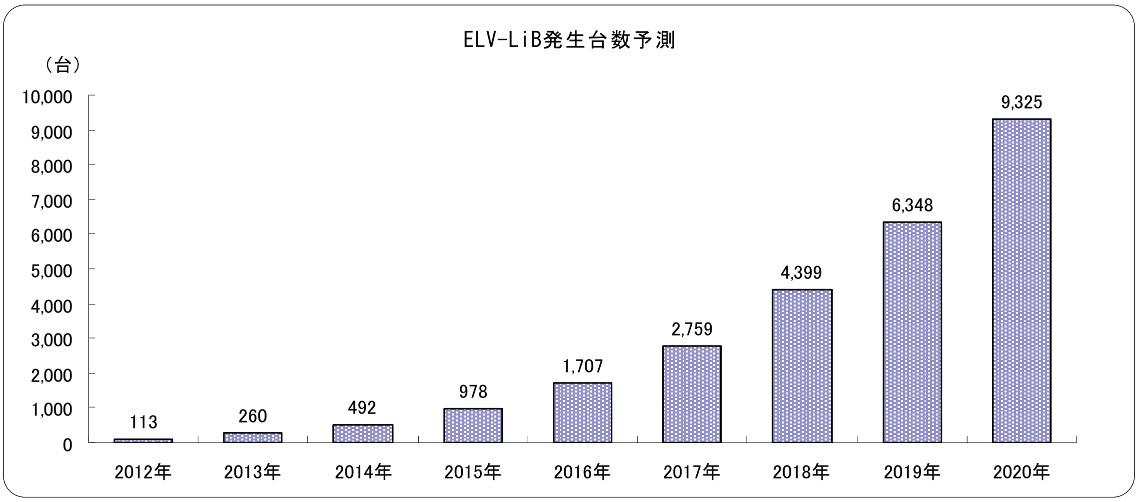
	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
次世代自動車（台）	500	2,000	4,500	8,368	15,000	35,000	50,000	80,000
内、LIB搭載車（台）	50	700	2,000	3,850	7,000	17,000	25,000	44,000
構成比（%）	10	35	44	46	47	49	50	55
LIB保有台数（台）	50	750	2,750	6,600	13,600	30,600	55,600	99,600

※2012年以降は予測

出所：中国汽車工業協会へのヒアリングなどを基に矢野経済研究所作成

中国電池工業協会などへの取材によると、LiB を搭載した次世代自動車については、サイクル寿命が 2,000 回として廃車年数は 10 年程度というのが妥当ではないかと見ているようである。

このような点を元に LiB 搭載車の ELV 発生台数を予測したところ、2015 年に 978 台、2020 年は 9,325 台となった。上述した経済産業省の調査における ELV の発生台数は 2015 年で 444 万台、2020 年で 935 万台とのことであった。そこから ELV に占める LiB 搭載車の割合を算出すると、2015 年が 0.02%、2020 年で 0.1%程度となる。2015 年では ELV の 5,000 台に 1 台、2020 年では 1,000 台に対し 1 台程度が LiB 搭載車ということになる。


ELV-LiB発生台数予測
（台）
10,000
9,000
8,000
7,000
6,000
5,000
4,000
3,000
2,000
1,000
0
113
260
492
978
1,707
2,759
4,399
6,348
9,325
2012年
2013年
2014年
2015年
2016年
2017年
2018年
2019年
2020年
出所：矢野経済研究所

3. ELV-LiB リサイクルの現状

3-1. NiMH リサイクルの現状

3-1-1. 中国における Ni-MH リサイクルの現状

中国では「廃棄自動車解体環境保護技術規範」という通達の中で環境保護を視野に入れた自動車の解体、廃棄物の適正管理・処理についての規範があり、この中でバッテリー処理の適正な処理方法についても示されている。

また、2006 年に施行された「汽車産品回收利用技術政策」では自動車用蓄電池のリサイクルは、自動車メーカー、輸入車の場合には輸入業者が担当すべきであると記されている。

「廃棄自動車解体環境保護技術規範」の概要

・ELV の解体、破砕は材料の回収を目的とし、解体、破砕産物のリサイクル利用を最大限に保証すべきである。 ・ELV から解体されたフロンガス、エアバッグ、オイル類、バッテリー、コンデンサーなどが危険廃棄物に属する。これらは「危険廃棄物経営許可証」を有し、かつ処理できる業者により処分しなければならない。 ・解体、破砕業者が生じた各種危険廃棄物は、工場敷地内での保管期間が 1 年を超えてはいけない。 ・解体された各種廃棄電子電気部品は、処理資質のある業者に処理してもらわなければならない。 ・使用済蓄電池の酸性液の特殊な性質により、電池収集後、液体廃棄物を直接に抜き出すことが禁じられ、かつ酸性に強い容器または酸性に強い地面を有する専用区域に保管しなければならない。

各種資料より矢野経済研究所作成

「汽車産品回收利用技術政策」概要

・本政策の適用範囲は、中国国内で販売、登録する新車種の設計、生産、及び自動車の修理、メンテナンス、廃棄解体、再利用などとする。 ・自動車製品生産、修理、解体などの過程において材料の再利用を総合的に配慮し、自動車製造過程で再生材料の使用、修理で再利用部品を利用することを奨励し、材料のリサイクル利用率を向上し、資源の節約及び有効利用を図る。 ・2010 年から自動車メーカーまたは自動車輸入総代理業者が責任をもって、または関連部門、関連企業に委託して販売した自動車製品及び包装物品のリサイクルを担当すべきである。 EV メーカー(HV を含む)は、責任を持って販売した自動車用蓄電池のリサイクルを担当すべきである。 ・自動車保守点検、修理過程で生じた蓄電池、廃オイル、廃液、冷却液 (LLC)、廃ゴム (タイヤを含む)、プラスチックなどは所定の分類別で回収、保管、運送を行い、関連企業に引渡して加工処理、用途使

用の変更、またはエネルギー源としての再利用を行う。

各種資料より矢野経済研究所作成

ただ、先述したように、中国における次世代自動車の生産台数は伸びているものの、普及初期であり、現段階で ELV からのバッテリーの二次利用は想定されていない。また、2008 年時点で LiB の搭載車の割合がまだ次世代自動車生産台数の 10%程度であったことを考慮すると、現状、LiB 搭載の ELV はほとんど発生していないものと見られる。

そもそも次世代自動車の生産台数が 2008 年時点でまだ 500 台程度であったことから、二次電池を搭載した車両の廃車自体がほとんどないものと見られる。その中で、使用済みとなった次世代車両については、トヨタが 2006 年に HV の販売を開始していることから、次世代自動車で処理されているバッテリーはほとんどが NiMH 電池と考えられる。

使用済みとなった車両に搭載されていたバッテリーは全て回収・処理業者によって処分されることとなるが、その基本的な流れは下図のようになる。

解体業者に引き取られた ELV については、他の部品とともに電池が取り外される。取り外された NiMH 電池は電池処理業務資格を有する電池指定回収・処理業者に運ばれる。そこで回収・処理業者は電池の処理や鉛、ニッケル、カドミウム、鉄、合金など有用金属の回収を行い有用金属業者に販売している。

中国での車載用 Ni-MH バッテリー処理の流れ

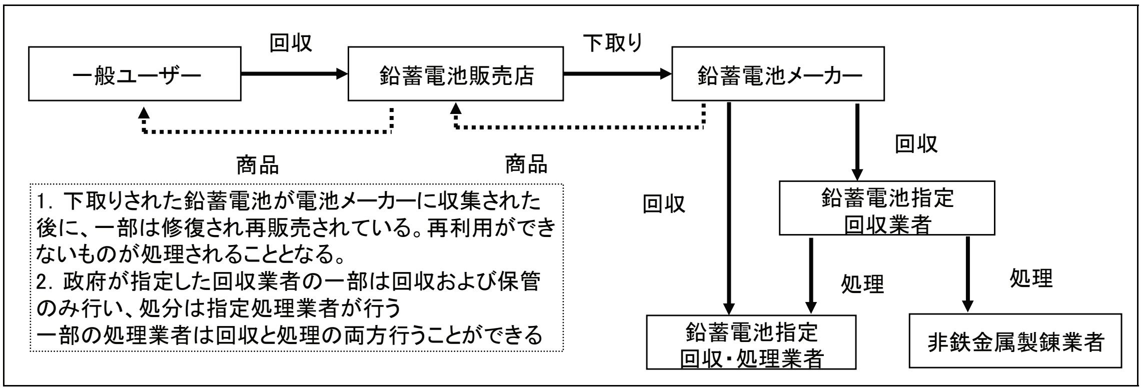
各種資料を基に矢野経済研究所作成

3-1-2. 北京市における電池処理の流れ

北京市では2006年から北京市区域内で電動自転車および電動自転車用鉛蓄電池製品の販売に登録制が実行されている。管理機関は北京市環境保護局である。電動自転車用鉛蓄電池メーカーに対して、「鉛蓄電池の販売店で鉛蓄電池の交換、回収サービスを行うことを許可し、使用済鉛蓄電池回収プランを有し、回収してき使用済鉛蓄電池を北京市が指定した使用済電池経営許可を有する業者が一括して処理すること」が要求されている。また、販売した鉛蓄電池の85%以上を回収することも要求されている。

電動自転車用鉛蓄電池の回収ルートは下図のようになる。まず、鉛蓄電池を販売した事業者が窓口となりユーザーより回収、鉛蓄電池メーカーに引き渡す。鉛蓄電池メーカーは回収の許可を有する業者もしくは、回収と処理両方の許可を持つ業者のいずれかに電池を引き渡す。後者に引き渡された場合はそこで処理が完了する。前者の場合には処理の許可を有する業者、もしくは非鉄金属製錬業者に電池を引き渡して処理が行われることとなる。

北京市の鉛蓄電池回収体系



各種資料より矢野経済研究所作成

ELVに搭載されていたバッテリーについては、北京の自動車解体業者や電池リサイクル業者などによると、自動車解体事業者は廃車から取り出したバッテリー(Ni-MH、鉛蓄電池、ニッカド電池など）を北京市環境保護局により指定された危険廃棄物事業者（北京生態島科技有限責任公司など）に引き渡している。引き渡す際には適正処理の確認などに用いられる危険廃棄物移転管理票（日本のマニフェストに相当）が必要となる。

北京生態島科技有限責任公司は破砕選別で抽出した有用金属（鉛、ニッケル、カドミウム、鉄、合金など）を「河北立中有色金属集団有限公司」などの精錬事業者に引き渡している。

3-2. ELV-LiB リサイクルの可能性

現在のところ、使用済みとなった LiB 搭載車両はほぼない状態であり、確固としたルートの確立もされていない。そのような中で、車載用以外の使用済 LiB の回収処理を行っている企業はいくつか存在するが、今回の調査では佛山市邦普循環科技有限公司にヒアリングを行った。

現段階で、佛山市邦普循環科技有限公司は中国で LiB を回収し、かつ一定の回収規模、処理能力を有する数多くない企業の一つであり、小型充電池から車載用バッテリーまでの回収業務を行っている。

同社によると、使用済電池の月間回収量は 2,000 万個で、廃ニッケル及び廃コバルトの月間処理能力は 500 トン、硫酸ニッケルや四三酸化コバルト、ニッケル鉄合金、ニッケル、コバルト、マンガン、リチウムなどのファインケミカル製品の年間生産能力は 5,000 トンとなっている。

また、すでに湖南省長沙市で廃棄･使用済みの二次電池処理ライン（年間処理能力 5,000 トン）を設置したほか、ニッケル、コバルト、マンガン材料等のファインケミカル製品生産ライン（年間生産能力 3,000 トン）も設置している。

同社では清華大学や中国科学院などの大学や研究機関と連携し、リサイクル業者として初めて次世代自動車バッテリーのリサイクル研究施設を設立した。2011 年 10 月に「今後 5~6 年以内に、5 億～6 億元の資金を次世代自動車用バッテリーのリサイクル産業に投資する」と発表しており、今後、この分野に注力していくことが見込まれる企業である。

すでに ELV に搭載されていた電池処理業務の資格を取得しており、2012 年 6 月もしくは 7 月頃から実際の処理業務を開始する予定となっている。

3-3. ELV-LiB リサイクル技術開発動向

知的財産権を管理する「中国知識産権局」のデータベースによると、公開されている LiB リサイクルに関する主な特許は 65 件確認された。その出願者から見ると、LiB のリサイクル技術に関しては、企業や大学が中心となって研究開発を進めている。特に佛山市邦普循環科技有限公司や、その関連会社である湖南邦普循環科技有限公司とその関連会社が多くの開発を行っているようである。

佛山市邦普循環科技有限公司では、下表に示したようなリサイクル技術の取得をしており、比較的早い段階において、電池から有用金属を回収する技術を開発していたものと見られる。

佛山市邦普循環科技有限公司のリサイクル技術

・2006 年 3 月にリチウムポリマー電池回収技術を確立
・2006 年 10 月に使用済 LiB から四三酸化コバルト、硫酸ニッケルを回収するプロジェクトが完成
・2006 年 11 月にニッケル電池、ニッカド電池回収技術を確立

また、2008 年には同社の関連企業とともに国家科学技術部第 11 次五カ年計画科学技術サポート計画重大プロジェクトを 3 つ獲得している。この中で、同年 4 月から開始され、佛山市邦普鎳钴技術有限公司及び清華大学核研院、北京鉱冶研究総院と共同で取り組んだ「先進的電池材料リサイクル利用コア技術・示範」プロジェクトでは、製造過程で発生した廃棄電池、使用済二次電池の洗浄など前処理工程技術を開発した。

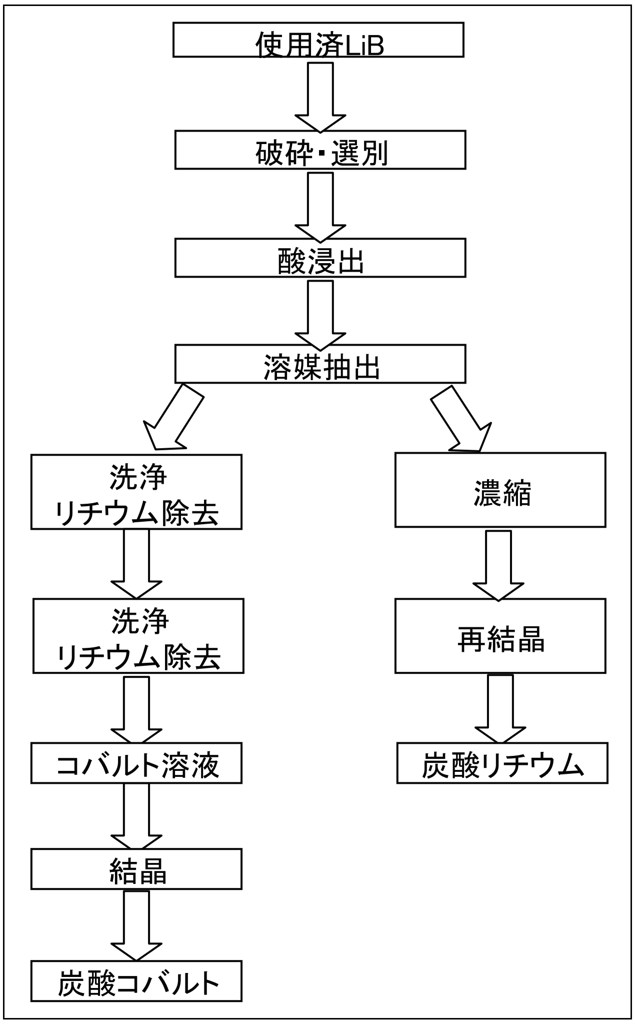
この技術を活用して製造過程で廃棄された電池、もしくは使用済電池からニッケル、コバルト酸化物の前駆体、三元系正極材、超細コバルト粉、超細ニッケル粉などの特殊粉末材料を精製することが可能となっている。

「国家科学技術部第 11 次五カ年計画科学技術サポート計画重大プロジェクト」における佛山市邦普循環科技有限公司の取得プロジェクト

プロジェクト名称	プロジェクト開始年月
先進的電池材料リサイクル利用コア技術・示範	2008 年 4 月
使用済小型電子電器産品再製造及び資源化コア技術与装備	2008 年 6 月
使用済電池資源化利用工事	2008 年 12 月

佛山市邦普循環科技有限公司及び同関連企業の自社所有する「使用済 LiB からリチウム、コバルトを回収する工程」図は、次のとおりである。

佛山市邦普循環科技有限公司「使用済 LiB からリチウム、コバルトを回収する工程」



各種資料より矢野経済研究所作成

さらに 2011 年になり、同社では EV に搭載されているバッテリーから有用金属をリサイクルするという特許を 2 件申請している。

佛山市邦普循環科技有限公司のリサイクル技術

タイトル	申請日	内容
電気自動車用リン酸鉄 LiB からリチウム及び鉄を回収する方法 公開番号：	2011.06.03	EV 用リン酸鉄 LiB からリチウム及び鉄を回収する方法で、7 つの作業ステップがある。 ①電池解体により正極材を得たうえで、粉砕、篩別により粉料を得る。 ②粉料にアルカリ性溶液を加え、アルミニウム及び酸化アルミニ

CN102285673A		ウムを溶解し、ろ過で濾過汚泥を得る。 ③濾過汚泥を酸及び還元剤の混合溶液で浸出し、浸出液を得る。 ④アルカリで浸出液の PH を 1.5～3.0 に調整し、沈殿で水酸化鉄が分離され、濾過でろ液を得る。 ⑤上記④ステップから得た水酸化鉄を強熱して酸化鉄を得る。 ⑥アルカリで浸出液の PH を 5.0～8.0 に調整し雑質を沈殿し、ろ過でろ液を得る。 ⑦ろ液に固体炭酸ナトリウムを加える。得た溶液を濃縮結晶させて炭酸リチウムイオンを得る。 ・回収方法が簡単で、鉄とリチウムを同時に回収可能。また、精製した炭酸リチウムの純度が 98.5%以上に達し、直接生産に適応可能。
次世代自動車用バッテリーの回収法 公開番号： CN102347520A	2011.10.08	次世代自動車用バッテリーを回収する方法で、6 つの作業ステップがある。 ①放電。 ②予備的解体。 ③電池単体の性能係数検査測定及び分類。 ④電池単体の解体。使用価値のない電池単体を解体して正極板、負極板を取り出す。 ⑤正極板、負極板に対して元素分析を行い、湿式精製工程で金属元素を抽出して目標対象製品を製造する。 ⑥使用価値のある電池単体は電池選別機で余剰容量の等級によって分類され、実際の使用ニーズに応じてリユースする。

佛山市邦普循環科技有限公司の概要は下記の通りである。また、同社は数カ所で子会社などを設立している。その一つである「湖南邦普循環科技有限公司」の概要も併せて以下に記す。

佛山市邦普循環科技有限公司　会社概要

代 表 者	李長東	資 本 金	76,454　千元
所 在 地	広東省佛山市南海区里水上沙村		
企業形態	有限会社（個人による投資）	設 立 日	2005 年 12 月 7 日
事業内容	・廃棄、使用済二次電池の回収技術の開発、譲渡 ・電池、ニッケル、コバルト、銅、カドミウム及び関連材料、製品、部品、金具の販売 ・廃カドミウム、ニッケル、電池の回収、販売		

特　　徴	・江西広豊及び湖南長沙でそれぞれ乾式精製工程及び湿式精製工程が用いられている。 ・主な製品は以下４つ 　・電池材料類（コバルト酸リチウム、水酸化ニッケル） 　・粉末材料（超細コバルト粉、超細ニッケル粉） 　・ファインケミカル製品（四三酸化コバルト、電池正極複合材料、塩化コバルト、炭酸リチウム） 　・金属類（カドミウムのインゴット、ニッケル鉄合金） ・子会社の湖南邦普循環科技有限公司は 2009 年 5 月から塩化コバルト製品を生産しているが、その原材料は使用済電池から抽出した物質を採用している。これらの製品は湿式精製工程により抽出している。 ・2011 年 10 月に、「今後 5～6 年以内に、500,000～600,000 千元の資金を次世代自動車、バッテリーの循環産業に投資する」と発表した。

各種資料より矢野経済研究所作成

湖南邦普循環科技有限公司　会社概要

代表者	李景文	資本金	60, 000 千元
所　在　地	湖南省長沙市金洲新区金沙東路 018 号		
企 業 形 態	有限会社（法人独資企業）	設　立　日	2008 年 1 月 1 日
事 業 内 容	・新材料・電池・新エネルギーの研究開発・生産・加工・販売 ・電池、廃棄・使用済電池の回収 ・プラスチック及びニッケル、コバルト、銅、マンガンを含有する非鉄系金属廃棄物の回収・利用・販売、 ・自社でまたは代理店各種商品、技術の輸出入業務 ・環境保全工事の設計、施工		

各種資料より矢野経済研究所作成

このほかにもリサイクル技術の開発を進めている企業や大学などの機関も存在しており、そういった団体が取得したリサイクルの特許については、本章の「５．リサイクル特許」に記述した。

3-4. ELV-LiB リサイクルの展望

先述したように、現段階では ELV からの電池回収の目的は処分か資源リサイクルとなる。しかし、今後 LiB 搭載車の普及が進む中で、中国でも再利用（リユース）が回収目的に加わる可能性がある。

北京市の担当者によると、ELV-LiB のリユースを行うための条件として、「電池の容量が 80%未満になり、かつ外観に破損箇所がなく、各機能部品も有効であることが必要と考えられる」とのことであった。また、北京市では現時点での二次電池のリユース計画として、太陽光発電式街灯の電極の充電や公園内の移動などの短距離移動向け車両、観光車などへの利用用途を挙げている。ただし、二次利用する際には、LiB が置かれている温度、湿度、通風、散熱などの環境条件は EV に搭載するときと同様の条件が必要と考えられるとのことである。

また、ELV-LiB の解体、回収作業には高い専門性が要求され、先進的な技術や処理工程の確立が必須となる。現在、ELV-LiB の回収に関する政策は検討中とのことで、電池メーカーの状況を見ながら、回収業者に対して政府が一定の補助金を給付するという可能性も示している。

佛山市邦普循環科技有限公司も現在の LiB の処理における問題点としてが採算性を挙げている。使用済電池を処理するための公的助成策がないため、使用済電池の回収率が低く、同社の電池回収業務は赤字となっている。そのため、相応の補助を実施したうえで、電池メーカーに回収責任を負わせ、それとともに、回収・処理業者に対しても電池処理を行うために必要な資格や技術レベルを明確にすることを政府に期待したい、としている。

4. ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況

4-1. 廃電池関連法令

中国では 1989 年、「中華人民共和国環境保護法」が改正施行されており、この法律が中国における環境分野の基本的な法律となる。この中の 25 条において「工業企業の技術改革は資源利用率が高く、汚染物質排出量が少なく、経済的かつ合理的に廃棄物を再利用する技術と汚染物質処理技術を選択すべきである」と明記されており、リサイクル関連法規制の最上位にあたる法律となっている。

この環境保護法の下に、1996 年に「固体廃棄物環境汚染防止法」が施行され、ここで廃棄物に関する規定がされている。さらに同法に関連する法律・法規・政策・基準などに基づく形で、2003 年に「廃棄電池汚染防止技術政策」が施行されており、ここで電池の廃棄に関する細かな規定がなされている。その中での主な規定は以下の 4 点となる。

「廃棄電池汚染防止技術政策」における主な規定

①廃棄電池の回収のため、電池の回収標識および種類標識を表示する必要がある
②電池の製造者および輸入者は廃棄電池の回収責任を有、電池の販売体系に基づいて、回収体系を確立し、販売先に回収施設を設置しなければならない。
③廃棄電池の回収事業者は廃棄電池のリサイクル事業を行うには、「危険廃棄物経営許可証を取得する必要がある」
④廃棄電池リサイクル施設の建設には、「廃棄危険物焼却汚染管理基準」の規定に基づいて行わなければならない

「廃棄電池汚染防止技術政策」概要

総則	廃棄電池の環境管理と措置処理を指導し資源再生技術を発展させ、廃棄電池の処理措置と資源再生のための行為を規範化し、環境汚染を防止し、社会と経済の持続可能な発展を推進するため、「中華人民共和国固形廃棄物汚染廃止法」など、関連の法律・法規・政策・基準に基づいて、当技術政策を策定する
対象物	・使用価値を失って廃棄された各種の使い捨て電池、充電式電池 ・使用価値を失って廃棄された鉛酸蓄電池および他の蓄電池 ・使用価値を失って廃棄された各種電気器具に使用する専用ユニット電池、およびその中の電池単体 ・上記各種電池の生産・輸送・販売の家庭において産出する不合格製品、廃棄処分製品、期限切れ製品 ・上記各種電池の生産過程において排出する混合廃棄物

	・他の廃棄された科学電源
適用範囲	・廃棄電池の分別収集、輸送、リサイクル、保管、処理、処分など環境汚染防止の全過程における技術選択に適用する。 また、相応施設の企画・立案・選定・設計・施工・運営・管理を指導し、関連産業の発展を誘導する
収集	・廃棄電池収集の充電は、カドミウム・ニッケル電池、Ni-MH、LiB、鉛酸蓄電池など廃棄された充電式電池、および酸化銀など廃棄ボタン型使い捨て電池である。 ・下記の事業者が廃棄充電式電池の回収責任を担当すべきである。 電池メーカー、輸入業者、充電式電池を使用するメーカー、自社所有の商標を使用する充電式電池を他のメーカーに委託生産させるメーカー ・上記の事業者は、自社製品の販売ルートにしたがって廃棄電池の回収システムの確立を指導・組織すべきである。 あるいは、関連の回収業者に委託して効果的な回収を実施すべきである。 ・電池や電池を使用する電気製品を取り扱う販売業者は、その販売地点に廃棄電池の分別回収施設を設置して回収するとともに、関係基準に従って、顕著な標識を設置すべきである。 ・回収後の大量の廃棄電池は、分類して相応の資格を有する工場に送り、リサイクルあるいは無害化処理を実施することとする。 ・廃棄電池の収集包装は、分類標識のある専用の収集装置を使用すべきである。
運搬	・廃棄電池は、その種類に基づいて国家基準に適合する専門の陽気を用いて分別収集して輸送する。 ・廃棄電池を保管・装填・輸送する容器は、廃棄電池の正常に基づいて、破損・変形を少なくする設計を考案し、浸透・漏えい・拡散を効果的に防止する材料を選択すべきである。廃棄電池を装填した容器は国家基準の要求にしたがって分類標識を貼り付けるべきである。 ・廃棄電池を包装・輸送する以前および輸送過程では、廃棄電池の構造が完全であることを保証し、廃棄電池の破損を防止し、電池内部の有害成分の漏えい汚染を回避すべきである。 ・危険廃棄物に属する廃棄電池の国外への移転は、「有害廃棄物の国境を越える移動およびその処分の規制に関するバーゼル条約」の要求を遵守すべきである。大量廃棄電池の国内での移転は、「危険廃棄物移転の綴り証票管理方法」および他の関連規定を遵守すべきである。 ・各級環境保全行政主幹部門は、国と地方が策定した危険廃棄物移転の管理方法に従って、大量の廃棄電池の流動方向を効果的に測定し、移転過程において廃棄電池を自然環境に廃棄することを禁止すべきである。

保管	・本政策で称する廃棄電池保管とは、大量廃棄電池の収集・輸送・およびリサイクルの過程、それに処理処分以前の保存行為の事を指す。これには、廃棄電池処理処分方式を確定する以前の臨時体積も含まれる。 ・大量廃棄電池の保管施設は「危険廃棄物貯蔵汚染制御基準」の関連要求を参照として建設かつ管理すべきである。 ・廃棄電池が雨水にさらされることを回避するため、廃棄電池を露天に放置することを禁ずる。
リサイクル	・廃棄電池のリサイクル工場は、廃棄電池の回収処理を主とすべきである。 ・廃棄電池のリサイクル施設の建設は、十分な技術的かつ経済的検証を経た上で、施設運行が環境に対して二次汚染をもたらさないこと、経済的かつ効果的に資源を回収できることを保証すべきである。 ・電池のリサイクル工場は、危険廃棄物総合利用施設の要求によって管理すべきであり、また、危険廃棄物経営許可証を獲得した後ではじめて運行を開始することが可能となる。 ・いかなる廃棄電池のリサイクル工場の生産過程においても、水銀・カドミウム・鉛・亜鉛・ニッケルなど有害成分の回収量と安全処理・安全処分の総量が、処理する廃棄電池に含有されるこれら有害成分総量の 95%を下回らないようにすべきである。 ・燃焼製錬工程を利用する廃棄電池のリサイクルは、その工程において密封負圧の下で実施し、有害ガスと粉塵の漏洩を防止し、収集したガスを処理し、基準達成後に排出すべきである。 ・湿式製錬工程を利用する廃棄電池のリサイクルは、その工程において閉鎖式構築物の中で実施し、産出したガスを除湿浄化し、基準達成後に排出すべきである。 ・廃棄電池によるリサイクルの科学技術研究を繰り広げ、経済的かつ高効率の廃棄電池リサイクル工程を開発し、廃棄電池のリサイクル率を向上することを奨励する。
処理処分	・収集した各種廃棄電池を焼却処理することを禁止する ・廃棄電池の埋め立て処分と埋め立て以前の仮定、および保管の仮定では、廃棄電池の外殻完備を保証するとともに、有害物質の漏えいを防止するため、廃棄電池を分解・破砕・軋轢しないようにすべきである。

4-2. ELV-LiB リサイクルスキーム検討状況

中国においては LiB 搭載車がまだ普及初期であり、これらの車両に関する確立された回収スキームについては現時点では確認できていない。また、中央政府による具体的な動きについても確認できなかったが、北京市では車載用 LiB の回収、二次利用などに触れた草案が策定されている。2012 年 2 月の調査段階では、当該草案はまだ審査許可中であり、また、この草案で回収主体については言及していなかったが、主要編成者は中信国安盟固利動力科技有限公司であるとのことで、電池メーカーを中心とした車載用 LiB の回収スキームを検討しているものと見られる。

「電動汽車電能供給・保障技術規範　動力蓄電池包維護更新与二次利用」（草案）の概要

・草案名称(暫定)

「電動汽車電能供給・保障技術規範　動力蓄電池包維護更新与二次利用」

・作成指示機関

北京市発展改革委員会、北京市質量技術監督局標準化処

・主要編成者

中信国安盟固利動力科技有限公司、北大先行科技産業有限公司

北汽福田汽車股分有限公司、普天海油新能源動力有限公司、北京交通大学

・その他参与者

北京市経済信息化委員会、北京市科学技術委員会、中国標準化研究院、中関村標準創新服務中心

・規格審査者

中国北方車両研究所、清華大学、北京交通大学、北京理工大学などからの専門家

・編成目的

EV バッテリーパックのメンテナンス及び二次利用、回収処理の過程を規範し、メンテナンスなし、十分な利用をせず、回収条件なしでの濫用を防ぎ、エネルギーの節約、環境保護、人々の健康保障をはかる。

本案は EV のバッテリーシステムのメンテナンス及びメンテナンス過程で蓄電池の収集、運搬、保管に関する原則を定めている。LiB システムの日常メンテナンスに適用する。本案は北京市オリンピックの開催中で EV の使用経験、試運行状況などを踏まえたうえで、バッテリーのメンテナンス要求、継続使用条件などに対して具体的な規定を定めた。

本案に於ける廃バッテリーパックとは生産中、または長期使用後従来の価値をなくした、または利用価値を失っていなくても捨てられたまたは放棄されたものを指す。

この回収とは各種技術及び工程方法を駆使して、電池パック中の有用成分を抽出して再利用し、同時にすべての過程において環境への負荷を最小限にすることを保証する。

バッテリーシステムが常温下3時間放電率の容量が公称値の60%下回った場合、または、バッテリーシステムの内部抵抗の増加が初期値の1.5倍を超えた場合において、バッテリーパックの使用停止が要求される。

バッテリーが使用後、EVの使用技術要求を満たせない場合または再び使用しない場合、以下のいずれかの技術要求を満たしたとき、バッテリーをエネルギー貯蔵分野での二次利用を図ることができる。

　バッテリーが常温下10時間放電率の容量が元の公称値の50%以上であるとき

　バッテリーが低温下10時間放電率の容量が常温下の実際容量の85%を超えるとき

　バッテリーの循環耐久力が3回以上であるとき

　バッテリーのセルは10時間放電率の最大容量と最小容量との格差が5%未満であるとき

　バッテリーの容量保存性能が85%を超えるとき

　バッテリーの使用年数が8年未満であるとき

運搬について

バッテリーパックの運搬は二次利用とするバッテリーパックの運搬及び使用済バッテリーパックの運搬を含む。二次利用とするバッテリーパックの運搬はGB21966-2008/IEC 62281:2004「リチウム原電池和蓄電池在運輸中的安全要求」に基づいて実行すべきである。

　使用済電池パックを包装、運搬する前に、バッテリーパックに対してメーカーが定めた最低電圧値までに放電を行う。運搬過程において有害成分の漏洩による汚染を防ぐために、構造の完全性及び安全性を保証して使用済蓄電池の破砕、粉砕が生じないよう努めるべきである。

使用済蓄電池の保管、積載、運搬時の容器は、使用済蓄電池の特性によって設計し、破損や変形しにくく、有害物質の漏洩、浸透を有効的に防止できる材料を使用し、標識を張り、安全措置を備え、緊急時のプランなどが添えられなければならない。

5. LiB リサイクル特許

LiB リサイクル関連の特許についてはやはり、佛山市邦普循環科技有限公司による取得が最も多くなっているようであり、中国における LiB リサイクルにおける中心的な企業であることがここからも伺える。

特許の内容についてはほとんどが湿式で製錬する方法となっている。

中国で申請されている LiB リサイクル関連特許（抜粋）

タイトル（中国語）	申請日	出願者	内容
電気自動車用リン酸鉄 LiB からリチウム及び鉄を回収する方法 公開番号： CN102285673A	2011.06.03	佛山市邦普循環科技有限公司	EV 用リン酸鉄 LiB からリチウム及び鉄を回収する方法で、７つの作業ステップがある。 ①電池解体により正極材を得たうえで、粉砕、篩別により粉料を得る。②粉料にアリカル性溶液を加え、アルミニウム及び酸化アルミニウムを溶解し、ろ過で濾過汚泥を得る。③濾過汚泥を酸及び還元剤の混合溶液で浸出し、浸出液を得る。④アリカルで浸出液の PH を 1.5～3.0 に調整し、沈殿で水酸化鉄が分離され、濾過でろ液を得る。⑤上記④ステップから得た水酸化鉄を強熱して酸化鉄を得る。⑥アリカルで浸出液の PH を 5.0～8.0 に調整し雑質を沈殿し、ろ過でろ液を得る。 ⑦ろ液に固体炭酸ナトリウムを加える。得た溶液を濃縮結晶させて炭酸リチウムイオンを得る。 この特許の回収方法工程が簡単で、鉄とリチウムを同時に回収できる。精製した炭酸リチウムの純度が 98.5%以上に達し、直接生産に適応可能。
次世代自動車用バッテリーの回収法 公開番号： CN102347520A	2011.10.08	佛山市邦普循環科技有限公司	次世代自動車用バッテリーを回収する方法で、6 つの作業ステップがある。①放電。②予備的解体。③電池単体の性能係数検査測定及び分類。④電池単体の解体。使用価値のない電池単体を解体して正極板、負極板を取り出す。⑤正極板、負極板に対して元素分析を行い、湿式精製工程で金属元素を抽出して目標対象製品を製造する。⑥使用価値のある電池単体は電池選別機で余剰容量の等級によって分類され、実際の使用ニーズに応じてリ

タイトル（中国語）	申請日	出願者	内容
			ユースする。
使用済 LiB 正極材グラファイトの回収及び修復方法 公開番号： CN101710632A	2009.12.18	湖南邦普循環科技有限公司	使用済 LiB 正極材グラファイトの回収及び修復方法で、資源循環利用及び無機材料の修復技術分野に属している。グラファイトと銅箔を分離させ、正極材料グラファイト一次製品を得、リチウム、銅等の金属不純物を除去。さらにアセチレンブラックと残余有機物を取り除き、グラファイト表面を酸化。獲得したグラファイトのタップ密度が 1.07g/cm^3、初回放電量 335.7mAb/g、放電効率 90.5%、54 次循環後、容量の 97.23%が保たれている、市場の電池用グラファイトに相当する。この方法はグラファイトの回収率が高く、また原料純度が高い、工程が簡単、エネルギー使用量が少ないなどの特徴がある。
電気自動車リチウム系バッテリーからリチウムを回収する方法 公開番号： CN102244309A	2011.06.03	佛山市邦普循環科技有限公司	EV リチウム系バッテリーからリチウムを回収するには、電池を破砕、粉料を得る。強アルカリ溶液を加え、アルミニウムとその酸化物を溶解、ろ過。ろ物を硫酸溶液/過酸化水素混合液に浸け、浸出液を得る。浸出液に抽出液を加え、抽出分離、抽出液を得る。アルカリ液で pH 値を 3.0～8.0 までに調節、不純物を沈殿。最後に、水溶性フッ化物を投入、カルシウムとマグネシウムを沈殿させ、リチウム塩溶液を取得。本発明は EV リチウム系バッテリーからリチウムに適用できる。最終的に得た製品は純度が 97.5%を下回らない高純度炭酸リチウムで、直接生産に応用が可能だ。回収処理過程で高温処理がないため、エネルギー消費量が少ない。
生物浸出法で使用済 LiB から有価金属を回収する方法 公開番号 :CN101174717	2007.11.22	南昌航空大学	生物浸出法で使用済 LiB から有価金属を回収する方法は三つのステップに分け、①LiB 材料の処理、②細菌の栽培、③金属菌の浸出。 本発明は使用済 LiB の資源化処理に新しい道を提供した。エネルギーを消耗せず、ほぼ無害な排出物だけとなる。簡単で高い浸出率を有する。

タイトル（中国語）	申請日	出願者	内容
使用済LiB真空炭素熱回収法 公開番号 :CN101170204	2007.10.30	中国科学院生態環境研究中心	同技術は前処理工程（使用済LiBの解体、破砕後、機械または化学方法でコバルト酸リチウム粉末をアルミニウム板から剥離する）、成形乾燥工程（剥離されたコバルト酸リチウム粉末を還元剤、粘着剤と混合し顆粒状などにして乾燥する）、真空熱処理工程（顆粒状のものを真空炉に入れて熱処理を行う。有機物及び金属蒸気が冷却器で冷却、捕獲。処理後それぞれに金属コバルト及び金属リチウムを回収する）から構成している。工程手順が簡単で、金属回収率が高い、エネルギー消費が小さい、二次汚染が生じない。
使用済LiBの回収処理方法 公開番号：CN1601805	2004.10.22	華南師範大学	使用済LiBから溶媒抽出でコバルト、銅、リチウムを回収する。具体的には、①単体電池を放電。②筐体を取り、磁性選別法で分離。③筐体のない電池極コア廃料を酸で溶かし、シュウ酸アンモニウム沈殿法で主なコバルトを分離させる。④溶剤抽出の方法で、沈殿剰余液中のコバルトと銅をそれぞれ抽出、炭酸ナトリウムを加え、沈殿回収コバルトを得る。本発明は、手順が簡単、設備投資が少なかったため、使用済電池の汚染問題を解決すると共に、資源のリサイクルも実現。
電気自動車用マンガン酸リチウム電池からマンガンとリチウムを回収する方法 公開番号： CN102347521A	2011.10.08	佛山市邦普循環科技有限公司	EV 用マンガン酸リチウム電池からマンガンとリチウムを回収する方法で、7 つの作業ステップがある。 ①使用済 LiB 放電後、筐体を取り外して正極部分を得る。②正極部分の有機粘着剤を取り除いて、パワー型マンガン酸リチウムの正極材を得る。③上記②で得た無機材料に酸と還元剤を入れて、溶解、ろ過でろ液を得る。④ろ液を電解液に、チタン板を電極に、グラファイト・ロッドを基準電極に、電流密度が 300-800A/m2，温度が 60-80℃の状況で 5～8h の化学沈殿を行い、二酸化マンガン固体を得る。□上記ステップで残った溶液の pH 値を 9～10 に調整し、ろ過で沈殿物とろ液を得

タイトル（中国語）	申請日	出願者	内容
			る。⑥ろ液に 30～40wt%の炭酸水素ナトリウム溶液を入れて、沈殿、ろ過、洗浄、乾燥後炭酸リチウム固体を得る。 本発明は電気化学沈殿法で二酸化マンガンを回収し、環境に優しいし、同時に高純度の炭酸リチウム固体が回収できる。
使用済 LiB 破砕機 公開番号 :CN201066712	2007.06.27	比亜迪股分有限公司	使用済 LiB の筐体破砕に使用する破砕機に関する実用新案である。スタンド、治具、刃具で構成される。シンプルな構造で、正極板を傷まず簡単に解体でき、短絡を起こらず、回収に便利、環境に優しい、廃棄物の汚染が緩和され、解体に生じた廃棄材料もリサイクルでき、二次汚染が避けられる。
使用済 LiB からコバルトを回収する方法 公開番号 :CN101318712	2008.07.08	清華大学	廃 LiB を食塩液に入れて放電した上で、破砕機で破砕する。洗浄、篩別、ろ過、浸出、乾燥後、コバルト酸化物粉末が得られる。本発明の製造工程が簡単で、製品のコバルト酸化物粉末が国家規格に満たしている。生産全工程でコバルトの回収率が 89%以上に達する。
使用済リチウム電池から金属を回収する方法 公開番号： CN102251097A	2011.07.08	鞍山鑫普新材料有限公司	放電処理、破砕、篩別、磁性選別、真空熱処理、溶解時に溶剤、コクスを一定の比率によって添加する。使用済 LiB から鉄、ニッケル系合金、コバルト系合金が回収できる。すべての回収工程で酸、有機溶剤が使用せずに、物理的な選別方法で分離し、有機物燃焼時の汚染などを起こさない。
失効 LiB 中のコバルト酸リチウムを超音波で修復する方法 公開番号： CN102344172A	2011.10.14	同済大学	失効 LiB 中のコバルト酸リチウムを超音波で修復する方法。失効した LiB を機械で解体し、コバルト酸リチウム粉末を得、1～2mol/L 水酸化リチウム溶液に投入、常温で超音波照射 6～12 時間。イオン水で洗浄、ろ過、黒いコバルト酸リチウムを得る。50～80℃で 6～10 時間乾燥させ、修復したコバルト酸リチウム材料が取得。超音波照射で材料の再生を可能にし、正極材料として再び生産に使用。簡単で、二次汚染を起こさない

各種資料より矢野経済研究所作成

2. LiB 搭載廃家電発生状況

（1）米国に於ける動向

1. LiB 搭載廃家電発生状況

1-1. LiB 搭載廃家電発生量

アメリカにおける全ての廃棄物のうち、廃家電（パソコン、周辺機器、テレビ等のコンスーマーエレクトロニクス）製品の占める割合は、1~2%程度であるが、近年廃家電のリユース（再利用）、リサイクルには注目が集まっている。その主な理由は、

・家電製品の売上は年々増加しており、おのずから使用済みの家電製品の量も増加傾向にあり、その適切な処理・処分が必要という認識が高まっている。

・家電製品には、希少資源を含む様々な材料が使用されており、その大部分が回収可能である。

・家電製品には有害物質が使われていることがある。特に古い製品ではその可能性が高く、製品が寿命を終えた後の安全な処理への関心も高まっている。

・リユース、リサイクルを通じて、資源の保護、原料の回収が可能である。

但し、ここでいう家電製品（アメリカで主にリサイクルの対象となっている製品）には、冷蔵庫、洗濯機、エアコン等の大型家電、白物家電は通常入っておらず、以下の情報機器、携帯機器等のコンスーマーエレクトロニクスのみが対象となっていることが一般的である。

・コンピューター（デスクトップ、ノートブック等）

・コンピューターディスプレイ

・コンピューターのキーボード、マウス

・ハードコピー機器（プリンター、ファックス、スキャナー、デジタルコピー機、複合機等）

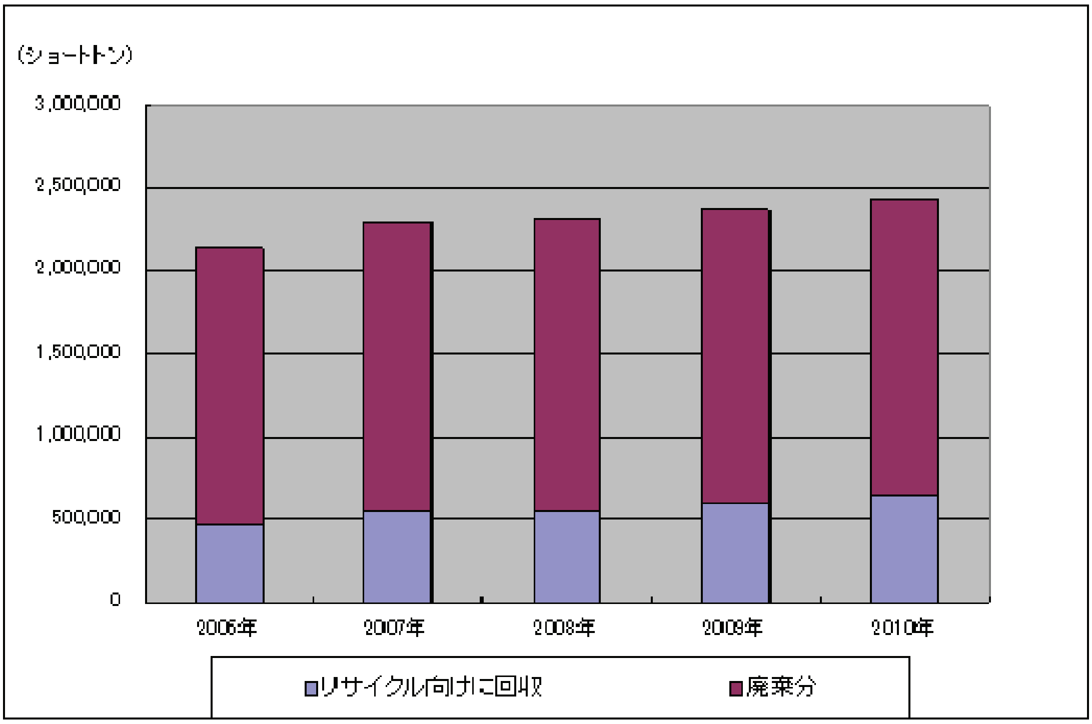
・携帯電話、PDA（personal digital assistants）等の携帯機器

また、廃家電（または使用済みエレクトロニクス製品）とは、使用していないがユーザーが所有し続けているものは含まず、廃棄処分、リサイクル処理、再販、団体・学校等への寄付等を目的に、一旦ユーザーの所有から離れ、何らかの処理・処分が行われる予定の機器である。

EPA（環境保護庁）の推計によると、2009 年には全米で 237 万トンの使用済み家電製品が発生しており、そのうちの約 25%、60 万トン弱がリサイクルの目的で回収されている。その一部は寄付、再販などにより再利用されている。アメリカでの家電製品リサイクル率

は、日本と比較してもまだまだ低いといえるが、年々少しずつではあるが上昇傾向にあり、2010 年には 27%近くになると予想されている。

使用済みエレクトロニクス製品発生量（廃棄・リサイクル別）（重量）



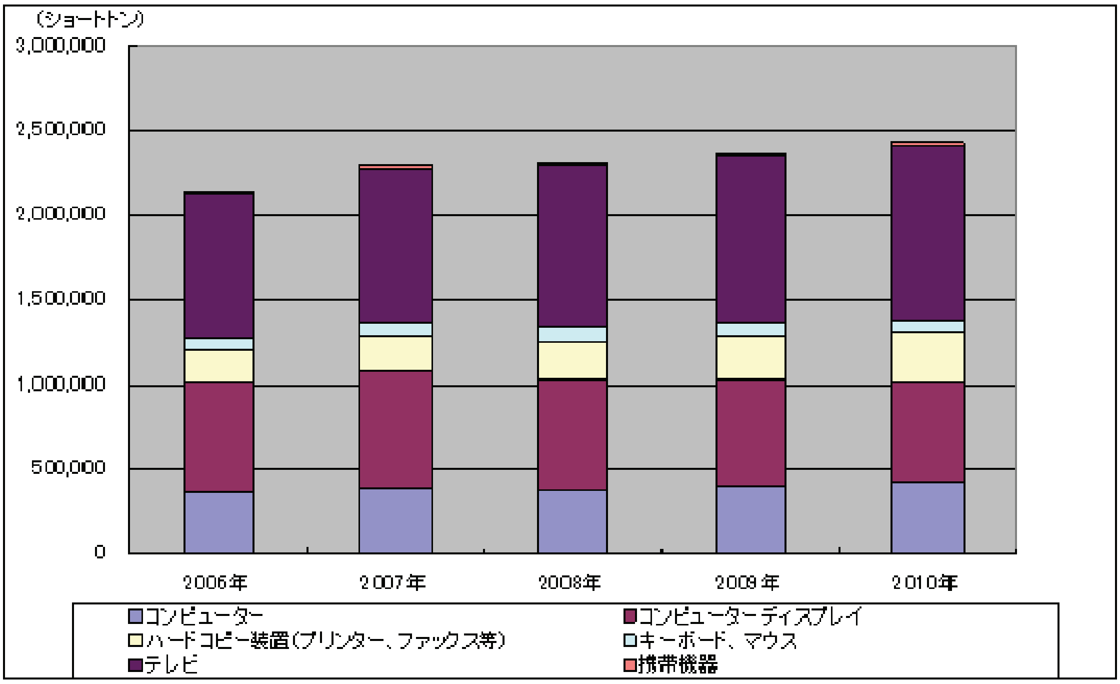
（ショートトン）

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
リサイクル向けに回収	469,930	551,190	557,910	594,610	648,700
廃棄分	1,674,000	1,743,800	1,752,700	1,775,800	1,791,600
使用済家電全体	2,143,930	2,294,990	2,310,610	2,370,410	2,440,300

*2010 年分の数値は、前年までの数値を基にした推定値
*集計途中の四捨五入により、EPA 発表資料から多少の誤差あり。

出所："Electronics Waste Management in the United States Through 2009", Environmental Protection Agency (EPA) を基に矢野経済研究所作成

機器別使用済みエレクトロニクス製品発生量（重量）

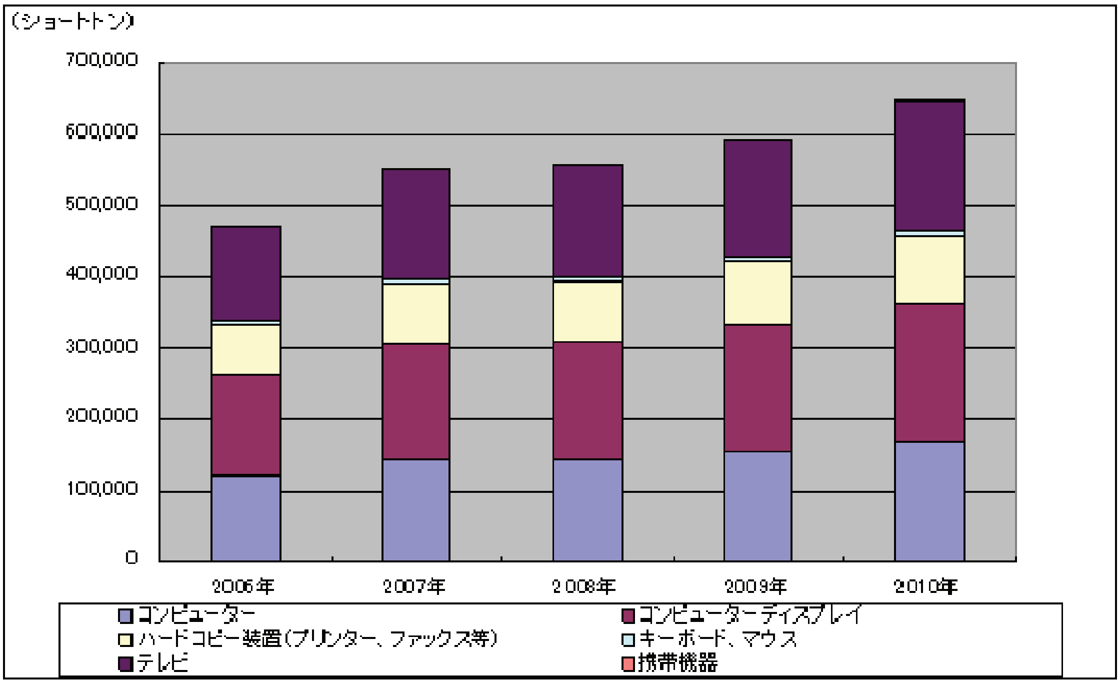


（ショートトン）

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
コンピューター	365,000	393,000	384,000	407,000	423,000
コンピューターディスプレイ	656,000	679,000	642,000	618,000	595,000
ハードコピー装置（プリンター、ファックス等）	190,000	218,000	235,000	262,000	290,000
キーボード、マウス	68,800	76,200	78,000	72,400	67,800
テレビ	847,000	911,000	951,000	993,000	1,040,000
携帯機器	16,900	18,400	19,200	18,800	19,500
合計	2,143,700	2,295,600	2,309,200	2,371,200	2,435,300

*2010 年分の数値は、前年までの数値を基にした推定値
*集計途中の四捨五入により、EPA 発表資料から多少の誤差あり。（上記廃棄・リサイクル別の表との誤差あり。）
出所："Electronics Waste Management in the United States Through 2009", Environmental Protection Agency（EPA）を基に矢野経済研究所作成

リサイクル向けに回収されたエレクトロニクス製品（機器別）（重量）



（ショートトン）

	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
コンピューター	122,000	143,000	144,000	154,000	168,000
コンピューターディスプレイ	141,000	165,000	167,000	178,000	194,000
ハードコピー装置（プリンター、ファックス等）	70,300	82,400	83,300	89,100	97,000
キーボード、マウス	4,690	5,490	5,560	5,940	6,460
テレビ	131,000	154,000	156,000	166,000	181,000
携帯機器	940	1,300	2,050	1,570	2,240
合計	469,930	551,190	557,910	594,610	648,700

*2010年分の数値は、前年までの数値を基にした推定値
*集計途中の四捨五入により、EPA発表資料から多少の誤差あり。
出所："Electronics Waste Management in the United States Through 2009", Environmental Protection Agency (EPA) を基に矢野経済研究所作成

リサイクル向けに回収されたエレクトロニクス製品の機器別割合

	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
コンピューター	33.42%	36.39%	37.50%	37.84%	39.72%
コンピューターディスプレイ	21.49%	24.30%	26.01%	28.80%	32.61%
ハードコピー装置（プリンター、ファックス等）	37.00%	37.80%	35.45%	34.01%	33.45%
キーボード、マウス	6.82%	7.20%	7.13%	8.20%	9.53%
テレビ	15.47%	16.90%	16.40%	16.72%	17.40%
携帯機器	5.56%	7.07%	10.68%	8.35%	11.49%
全体	21.92%	24.01%	24.16%	25.08%	26.64%

*2010 年分の数値は、前年までの数値を基にした推定値

1-2. LiB 搭載廃家電回収ルート

アメリカにおける使用済み家電製品の回収ルートは、大きく分類して以下の 3 種類がある。

1) メーカー・小売店によるリサイクルプログラム
2) リサイクル関連企業・団体が提供するプログラム
3) 政府・自治体による寄付・リサイクルプログラム

家電関連リサイクル法令の項でも述べている通り、家電製品のリサイクルを義務付ける全国的な法律（連邦法）は存在しないが（120 頁参照）、約半数の州（25 州）で何らかのリサイクル法があり、それらの多くでは、メーカーまたは製品を販売する小売店が使用済みの家電製品を回収するプログラムを提供する義務を負っている。また、それらの多くでは、一般消費者はコストの負担義務はなく、メーカー・小売店側の負担でリサイクルを行うことが義務付けられている。（カリフォルニア州では消費者が負担）従って、アメリカにおける主要な回収ルートは、メーカー・小売店により提供されるリサイクルプログラムを通じた回収（訪問回収、郵送、持ち込み）となっている。

主な家電メーカーや大手小売店、或いは通信キャリアは、EPA との提携のもと展開されている、Plug-In To eCycling というプログラムに参加している。このプログラムは 2003 年より実施されており、参加メンバーの主な義務は、

① 各家庭におけるエレクトロニクス製品の再利用やリサイクルを支援すること
② 消費者に対し、リサイクルプログラムに関する情報提供をすること
③ EPA の"Guideline for Materials Management"に従って、使用済み製品の修復、修理、リサイクルを安全に行えるようにすること

とされている。また、このプログラムを通じて、プログラムが開始された 2003 年から 2009 年時点までで、3 億 6 千万ポンドの電化製品（テレビ、コンピューター、携帯電話等）がリサイクルされている。

以下は、EPA のウェブサイトで紹介されている、メーカー、小売店、通信キャリアが提供する主なリサイクルプログラムとその概要である。

主なエレクトロニクス製品リサイクルプログラム

企業名	プログラム概要
メーカー	
Dell	Dell Reconnect ・非営利団体である、Goodwill Industries との連携によるプログラム。家庭で不要になったコンピューターを、2,600 箇所以上ある特定の Goodwill の寄付受付センターで、無料で引き取ってもらえる。 ・コンピューターのブランドは問わない。 ・Goodwill にコンピューターを持ち込むと、税金の優遇措置を受けるための受領書を受け取る。 Asset Resale and Recycling ・ビジネスユーザー向けリセール（再販）・リサイクルサービス。機密データの保護・消去も合わせて請け負う。 ・上記の Dell Reconnect の受付センター、及びオフィスサプライ・文房具小売の大手チェーンの Staples の店舗で、プリンターの使用済みインクカートリッジ、トナーカートリッジのリサイクルのための引き取りを行っている。
Hewlett-Packard	HP Planet Partners return & recycling program ・リサイクルのため引き取りが可能な製品は、インクジェット・レーザージェットプリンターのカートリッジ（無料）、コンピューターのハードウェア、大判印刷による印刷物（一部の国で無料）。これらは、世界中で受け付けている。 ・更にアメリカでは、リチャージャブルバッテリー、携帯電話（メーカーは問わない）、水銀ランプのリサイクルを受け付ける。（リチャージャブルバッテリーは全て無料。携帯電話は、カリフォルニアで、HP 製品を購入した場合無料。水銀ランプは、コネテチカット州とマサチューセッツ州では無料。） HP Trade-In Program ・HP または Compaq 製品を購入する場合、対象の種類の製品を下取りに出し、その価値に応じてキャッシュバックを受けられる。（HP 以外の製品でも可。）
Intel	Students Recycling Used Technology (StRUT) ・不要ではあるがまだ使用可能なコンピューターを学校に寄付するプログラム。寄付されたコンピューターは学生自身で修理・修復し、それが更に地域のその他の学校に寄付され利用される。 ・同プログラムを通じて、学生はコンピューターに関する実用的な知識とスキルを獲得することが出来、それが教育の一環となっている。 ・上記のようなプログラムを、カリフォルニアのシリコンバレーエリア、アリゾナ州、ルイジアナ州、オレゴン州、ニューメキシコ州で実施している。
LG Electronics	ecomobilization ・無料の郵送リサイクルプログラム。メーカーやモデルを問わず、携帯電話とそのアクセサリーのリサイクルを無料で受け付ける。 ・使用済みの携帯電話を梱包し、同社のウェブサイトより前納の郵送用宛先ラベルを印刷し、それを貼って郵送すればよい。 その他の家電品の無料リサイクルプログラム ・LG、ZENITH、GOLDSTAR ブランドの対象製品を無料で引き取る。 ・指定のリサイクル業者まで持ち込めば無料で引き取ってもらえる。（最大 5 アイテムまで）

	・対象製品は、コンピューター（CPU)、コンピューターモニター、周辺機器、キーボード、テレビ、ビデオデッキ、ステレオ機器、電話機、携帯電話、その他のエレクトロニクス製品。但し、スラッジや液体状の材料を含むもの、煙探知機、電子レンジ等は対象外。冷蔵庫等の大型家電品も対象外。
Samsung	<u>Samsung mobile take-back program</u> ・Samsung 製の携帯電話（及びアクセサリー）を、送料・リサイクル料とも無料で引き取るサービス。
Sony	<u>Sony Store Trade-in Program</u> ・不要となった Sony 製品または Sony 以外の製品を Sony Store において下取りに出すことができ、その価値に応じてギフトカードが貰える。また、下取り価値が無い場合も、Sony 製品であればリサイクルのため無料で引き取って貰える。 <u>Sony Take Back Recycling Program</u> ・大手家電メーカーとリサイクル業者の協力によるリサイクルプログラムとしては、アメリカで初めてのもの。 ・Sony 製品であれば、無料でリサイクルに出すことが出来る。また、重さ 25 ポンド以下の製品であれば、無料で郵送することが出来る。それ以上の大型製品（大型テレビなど）は、指定の回収センターに持ち込めば引き受けて貰える。
小売店	
Best Buy	<u>Best Buy Recycling</u> ・米国内の Best Buy ストアにて、エレクトロニクスのリサイクリングプログラムを提供。コンピューター、テレビ、DVD プレイヤー、携帯電話、モニター等、殆どのエレクトロニクス製品を受け入れる。 ・古い携帯電話、リチャージャブルバッテリー、インクジェットプリンターのインクカートリッジを回収するボックスを店内に設置。 <u>Best Buy Trade-in</u> ・ゲーム機、ビデオカメラ、ポータブル音楽プレイヤー、楽器、コンピューター、携帯電話等、対象となる製品は、その価値に応じて特定の Best Buy ストアにおいて、下取りに出すことができ、ギフトカードと交換してもらえる。また、価値が無いと判断されたものでも、リサイクルのため無料で引き取ってもらえる。 ・オンラインでの申し込みも可能。
Office Depot	<u>Tech Recycling Services</u> ・指定のボックスに、入るだけのエレクトロニクス製品（携帯電話、PDA、コンピューター、テレビ等）を入れ、封をせずに Office Depot ストアに持ち込むことが出来る。箱は有料で、サイズによって$5 から$10。 ・どの店舗にも、使用済みの携帯電話、バッテリー、アクセサリーを受け付けるコーナーが設けられている。
Staples	<u>EcoEasy</u> ・コンピューター、モニター、プリンター、卓上コピー機、その他の使用済み小型エレクトロニクス製品を 1 アイテムあたり$10 ドルで引き取る。 ・全ての Stables ストアに、これらの使用済み機器を入れる容器が設置してある。また、インクカートリッジ、トナーカートリッジも受け付ける。（特定のトナーカートリッジに対しては、$3 のリベートが受けられる。）
通信キャリア	
AT&T Reuse and	<u>AT&T Reuse and Recycle Program</u>

Recycle	・不要となった携帯電話機、PDA (Personal Data Assistant)を、AT&T ストア、または AT&T の認定販売店に持ち込めば引き取ってもらえる。 ・携帯電話機等のメーカー、通信会社は問わない。
Verizon	Verizon Wireless' HopeLine program ・使用済みのワイヤレス電話と関連装置を回収するプログラム。通信サービスの業者や、装置の状態は問わない。 ・回収された電話機は、修復されて再利用されるか、リサイクルされる。 ・どの Verizon ストアでもワイヤレス電話の回収を受け付ける。（ウェブサイトの Store Locator を使い、最寄のストアを探すことが出来る。） ・また、郵送による電話機の寄付も受け付けている。
その他	
eBay	Rethink Initiative ・不要となったコンピューターやエレクトロニクス製品の新たなユーザー（買い手）、使用済みの製品のリサイクル方法に関する情報を提供。 ・eBay は、世界最大級のインターネット通販・オークションサイトであるため、上記のような目的のためには理想的なインフラを提供できる。 ・Rethink Initiative には、Intel を初め、Apple、IBM、Motorola 等の主要エレクトロニクス企業が賛同している。
MRM (Electronics Manufacturers Recycling Management Company)	・三菱電機、パナソニック、サンヨー、シャープ、東芝、Vizio の出資によって運営されるプログラムで、アメリカの 19 の州の規制に適合するプログラムを提供する一方、全米各地にリサイクル向けの回収拠点があり、その他の州でもリサイクルの機会を提供している。 ・2007 年秋の設立以来、昨年（2011 年）までに、1 億 7 千万ポンドの家電製品リサイクルに寄与している。

出所：Environmental Protection Agency (EPA）ウェブサイト
(http://www.epa.gov/osw/conserve/materials/ecycling/donate.htm）等を基に矢野経済研究所作成

企業や非営利団体などの運営による、不要な製品を処分するための方法を探せるサイトもある。需要のある製品で、且つまだ動作可能なものであれば、有料、またはクーポン券との引き換えが可能な場合も多い。また、寄付をして有効利用する選択肢もある。更に、上記の通りブランド（メーカー）や販売店によっては無料で回収することもある。更に、無料で回収してもらえないものに関しても、有料で引き取ってもらえることも多い。このように、同じ使用済みエレクトロニクス製品の処分にもいくつかの選択肢があるため、このような複数の選択肢を網羅し、それらの中からソリューションを探せるポータルサイトがいくつかある。以下は、その代表的なものである。

リサイクル関連企業・団体が提供する主なプログラム

企業・団体名	プログラム概要
EcoSquid	・エレクトロニクス製品を処分する場合、消費者が、それぞれに最適なオプシ

	ョン（再販、寄付、リサイクル）を選択できるウェブ検索プラットフォーム。 ・同サイトを通じて、再販可能なものは現金化でき、そうでないものは寄付、またはリサイクルに回すこととなる。
Earch 911	・エレクトロニクスに限らず、自動車、バッテリー、ガラス、危険物、家庭用品等、様々な製品のリサイクルに関する情報を提供するサイト。 ・リストされているリサイクル業者の数は最大級で、様々なウェブサイトや情報ソースを統合したネットワークとなっている。 ・製品ごとに、最寄のリサイクル業者を検索することが可能。
E-cycling Central	・Telecommunications Industry Association（米国電気通信工業会）が運営するサイトで、州ごとに、使用済み家電製品の再利用、寄付、リサイクルのいずれかを受け付ける企業、団体のリストを利用可能。
TechSoup	・コンピューターのリサイクル、リユースを推進するための情報提供サイト。コンピューターのハードウェアを寄付したい人、リサイクルされるハードウェアを入手したい人、および再利用のために使用済みハードウェアを修復・再生する業者にとって有益な情報を提供する。
Call2Recycle：Rechargeable Battery Recycling Corporation (RBRC)	・バッテリーメーカーによって設立された非営利団体である、RBRC によって提供される、リチャージャブルバッテリーの回収プログラム。 ・大手家電店等を中心に、全米、カナダで約 30,000 箇所、一般向け電池回収ボックスが設置されており、無料で廃電池の回収を受け付ける。 ・回収されたバッテリーは、指定のバッテリーリサイクル業者にてリサイクル処理される。

出所：Environmental Protection Agency (EPA）ウェブサイト

(http://www.epa.gov/osw/conserve/materials/ecycling/donate.htm）等を基に矢野経済研究所作成

同様に、以下は政府・自治体が提供するプログラムの例である。

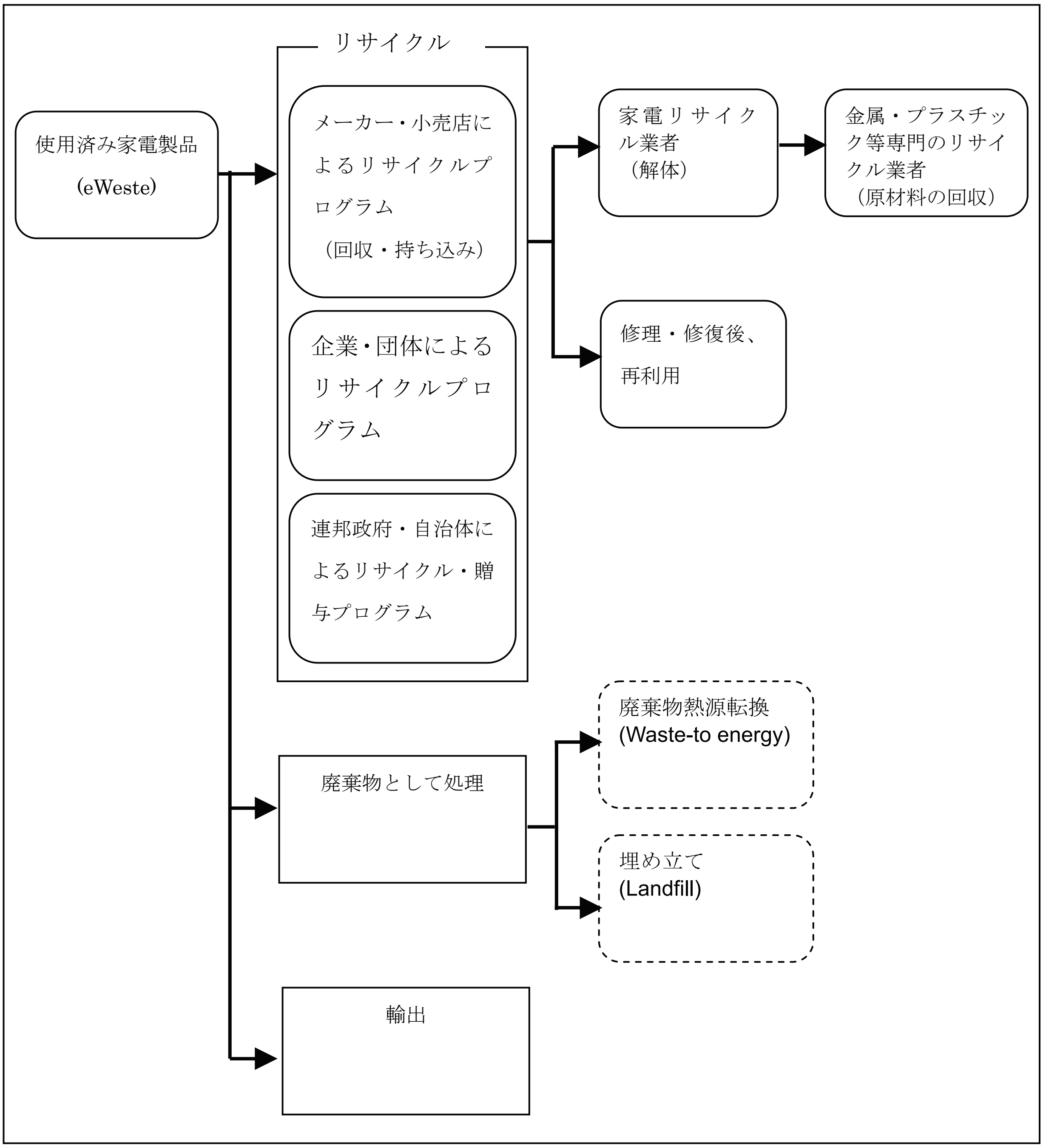
政府・自治体が提供する主なプログラム

プログラム名	プログラム概要
e-cycle St. Louis	・セントルイス地区にて、不要となった家電製品の再利用とリサイクルを促進するための、コンスーマーエレクトロニクスの回収プログラム。St. Louis Regional Partnership for Electronics Recovery（家電製品回収のためのセントルイス地区地域連携プログラム）により運営されている。
eRecycle.org	・カリフォルニア州の消費者に対し、家電製品のリサイクルに関するガイダンスと情報を提供する。
Federal Electronic Challenge	・連邦政府関係機関が、使用済み家電製品を寄付、またはリサイクルする場合の手段に関する情報を提供している。 ・環境にとって好ましい製品の購入、使用済み機器の適切な処理等に関して、政府機関が率先してリーダーシップを発揮するためのプログラム。
www.ecyclingtools.com	・環境に良い製品の購入、資源やエネルギーを効率的に利用できるコンピューターの使用法、リユースやリサイクル等、製品や材料の有効利用、環境負荷の少ない廃家電の処理等、エレクトロニクス製品のライフサイクル全体を通

	じたマネージメントに関する情報の提供を行っている。

出所：Environmental Protection Agency（EPA）ウェブサイト
（http://www.epa.gov/osw/conserve/materials/ecycling/donate.htm）等を基に矢野経済研究所作成

使用済みエレクトロニクス製品：リサイクルの流れ



2. 家電用 LiB リサイクル現状

2-1. 家電関連リサイクル法令

家電のリサイクルに関する法令は、1976 年に成立した、"the Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)（資源保全再生法）" に源を発すると言える。同法は、"the Solid Waste Disposal Act of 1965 (SWDA)" 、及びそれに続く修正条項より成り、膨大な量のゴミ（固形廃棄物）と有害廃棄物の問題を解決するために制定された。主たる目的は健康と環境の保護、及び貴重な材料とエネルギー資源の保全である。また、同法に基づき、EPA は有害廃棄物のリサイクルに関する規則を作り、有益な資源の再利用や再生を推進している。

具体的なプログラムの実施や、詳細な規制の運用は大部分が各州の監督機関に任されている。このような事情もあり、家電製品のリサイクルに関しては、全国的に統一された連邦指令などは現時点では存在しない。コンピューター、テレビ、その他のエレクトロニクス製品のリサイクルを義務付けている州は、現時点（2012 年 3 月）で 25 州。また、それぞれの法令の制定時期と、主な法令・リサイクル推進プログラムの概要（法令・プログラムの例）は以下の表の通りである。

アメリカの主な家電リサイクル法（州法）・プログラムの概要

州（自治体）	法令の名称 （制定時期）	法令・リサイクルプログラムの概要
カリフォルニア(CA)	The Electronic Waste Recycling Act of 2003（2003 年）	・指定された種類の家電製品廃棄物の回収とリサイクルにかかる費用の財源確保が主な目的 ・The California Department of Resources Recycling and Recovery (Cal Recycle)、及び the Department of Toxic Substances Control (DTSC) が本法律を施行 ・2009 年 1 月より、ビデオ表示装置を購入する時点で、消費者が製品のサイズに応じた、「家電廃棄物リサイクル料（$8~$35）を支払うこととなっている。
コネチカット(CT)	An Act Concerning the Collection and Recycling of Covered Electronic Devices （2007 年 7 月）	・テレビ、コンピューターモニター等の指定製品（CED: covered electronic devices）のメーカーに、自社ブランド製品のリサイクル費用(及び運送料)の負担を義務付ける法律。 ・The Department of Energy and Environmental Protection (DEEP) が管轄する。対象製品（CED)のメーカーは、DEEP に登録し、毎年年間登録料を支払う必要がある。また、CED の対象を拡大する検討がされており、プリンター等も含まれるようになる可能性がある。 ・自治体は、個人宅から廃棄される CED を回収する機会を提供する義務があり、7 つ以下であれば、回収料金を徴収

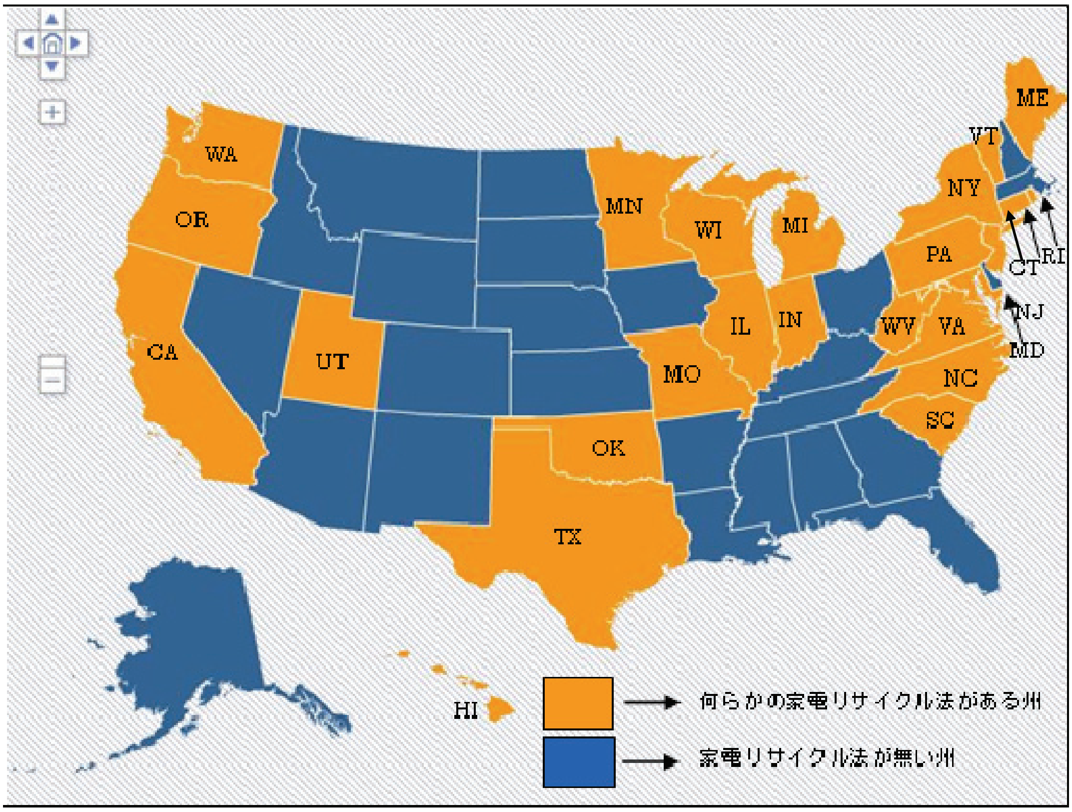
		しない。
イリノイ(IL)	Electronic Products Recycling & Reuse Act（2008 年 9 月）	・家庭からの家電廃棄物が対象で、家電メーカーと小売店に、不要となった製品の適切な処理を義務付けるもの。 ・対象製品は、コンピューター、テレビ、モニター、プリンター、キーボード、ポータブル音楽プレイヤー、ビデオデッキ、ビデオゲーム機、小型サーバー、スキャナー、DVD レコーダー、サテライトレシーバー、ファックス機、等 ・また、リサイクル率に関する目標値も設定されており、各メーカーは 3 年以内に 60%のリサイクル率を達成するよう求められている。また、4 年目には 75%に達する必要があり、達成できなかった場合はペナルティが課される。 ・Illinois Environmental Protection Agency (Illinois EPA) が管轄しており、2010 年 1 月以降は、この Illionis EPA に登録されたメーカー以外は、対象製品を家庭用に購入する顧客に対して販売することが出来ない。登録料は$5,000。 ・Illionis EPA は、住民のために、無料または買い替えの際に利用できるクーポンと交換で廃棄される製品を引き取ってくれる回収業者のリストを準備することとなっている。
ミシガン(MI)	Electronic Waste Takeback Program（2008 年 12 月）	・家電リサイクルを促進するための法律である、"Natural Resources and Environmental Protection Act"の一部として制定された。 ・対象となるのは、一般家庭、または従業員 10 人以下の事業所が購入した、新しいコンピューターまたはテレビで、新品のコンピューター、テレビを州内で販売するメーカー、家電小売店、リサイクル業者は、以下の義務を負う。 （メーカー） ➢ The Department of Environmental Quality (DEQ) への登録（年間登録料$3,000 の支払い） ➢ 一般家庭、または小規模事業者のためのリサイクル (Takeback) プログラムの提供 ➢ ウェブサイト等を通じた、テレビやコンピューターのリサイクル方法に関する情報の提供 ➢ Takeback プログラムの結果に関する情報の提供（回収数、回収業者・リサイクル業者の名前等） （小売店） ➢ （2010 年 4 月以降、）DEQ に登録をしてあるメーカーの製品（新品のテレビ、コンピューターの）のみ販売可 （対象製品のリサイクル業者） ➢ DEQ へ登録（毎年 10 月 30 日までに登録が必要。登録料は$2,000） ➢ 連邦および州のリサイクル法の遵守 ➢ リサイクル量、および直接管理しているミシガン州内のリサイクル施設の名称と場所に関する年一度の報告

ニューヨーク(NY)	Environmental Conservation Law Article 27 Title 26 Electronic Equipment Recycling and Reuse（2010 年）	・この NY 州法は、2008 年に可決された NY 市の法律に代わるものである。 ・対象となる製品の種類に関しては、最も幅が広く、コンピューター、テレビ、小型のサーバー、（モニター、キーボード、マウス（及び同様のポインティングデバイス）、ファックス機、スキャナー、プリンター、DVD プレイヤー等のその他小型電化製品等が対象とされている。 ・廃棄物の発生元として、家庭と事業所の両方が対象となっている。 ・同法では、対象製品のメーカーは 2011 年 4 月 1 日までに、廃棄される製品の受け入れプログラムを提供する義務があり、各郡（カウンティ）及び人口 10,000 人以上の自治体に最低一つは利用可能な回収方法を提供しなければならない。

家電製品のリサイクルを義務付けているその他の州（カッコ内は法律の制定年）
ハワイ(HI)（2008 年）、インディアナ(IN)（2009 年）、メイン(ME)（2004 年）、メリーランド(MD)（2005 年）、ミネソタ(MN)（2007 年） ミズーリ(MO)（2008 年）、ニュージャージー(NJ)（2008 年）、ノースカロライナ(NC)（2007 年）、オクラホマ(OK)（2008 年）、オレゴン(OR)（2007 年）、ペンシルベニア(PA)（2010 年）、ロードアイランド(RI)（2008 年）、サウスカロライナ(SC)（2010 年）、テキサス(TX)（2007 年）、ユタ(UT)（2011 年）、バーモント(VT)（2010 年）、バージニア(VA)（2008 年）、ワシントン(WA)（2006 年）、ウェストバージニア(WV)（2008 年）、ウィスコンシン(WI)（2009 年）

出所：National Center for Electronics Recycling (NCER) ウェブサイト
(http://www.electronicsrecycling.org/public/ContentPage.aspx?pageid=14) を基に矢野経済研究所作成

エレクトロニクス製品に関するリサイクル法のある州



出所：National Center for Electronics Recycling (NCER) ウェブサイト
(http://www.electronicsrecycling.org/public/ContentPage.aspx?pageid=14)

バッテリーリサイクル法令

アメリカにおいて、バッテリーのリサイクルに向けて大きなステップとなったのが、1996年5月13日に当時のクリントン大統領によって調印された、"the Mercury-Containing and Rechargeable Battery Management Act ("Battery Act")" である。同法の主な目的は、ニッカド電池、小型密閉型鉛酸電池、その他対象となるバッテリーの効果的、且つ費用効率の高い方法での回収とリサイクル（または適性な処理）を促進し、最終的にバッテリーにおける水銀の使用を段階的に無くすことにある。

更に同法では、規制対象となるバッテリー、及びリチャージャブルバッテリーを使用する消費者向け製品に対する、全国的に統一されたラベリングの基準の確立も要求されている。より厳密には、アメリカ国内での使用を目的に販売される、アメリカ国内製または輸入品の上記製品（バッテリー等）を対象とする。

ニッカド電池、小型密閉型鉛酸電池は、カドミウム、水銀、鉛などの重金属を含み、適切な処理・回収を行わずに廃棄すると、土壌、地下水の汚染に繋がる。また焼却処理を行った場合も、空気中への排煙や焼却灰に上記の重金属が含まれることになり、環境と人体への重大な危険に繋がる。およそ 73%の一般廃棄物（都市ごみ）は、埋め立てまたは焼却という形で処分されるが、これらの処分法は有害重金属を含むバッテリーの場合は極めて不適切といえる。

規制の対象となるリチャージャブルバッテリーとは、充電式ニッカド電池、充電式小型密閉型鉛酸電池、及び携帯電話、ノートパソコン等に使用される充電式電池である。"Battery Act" を管轄する EPA は、今後もし上記のニッカド電池、小型密閉型鉛酸電池以外にも埋め立てや焼却処理により有害かつ人体に重大な影響を与えるバッテリーが特定できた場合、更にその対象範囲を広げていく予定である。

"Battery Act" の Title II により、以下のバッテリーの販売、販促が禁じられている。また、これにより、水銀を含む電池の段階的廃止を目指している。

- （偶然存在したのではなく、）意図して使用された水銀を含むアルカリマンガン電池
- 意図して使用された水銀を含む、亜鉛炭素電池
- 酸化水銀ボタン電池
- その他の酸化水銀電池（但し、メーカー、または輸入業者が以下の対応をする場合は対象外となる。すなわち、リサイクルまたは適正処理のための回収場所を特定している場合、購入者に回収場所に関する情報を与えている場合、リサイクル、または適性処理に関する問合せをするための電話番号を提供している場合、である。）

更に、州によっては独自の法律により、バッテリーリサイクルに関する規定を設けている。以下の表は、バッテリーリサイクルに関する独自の規定（州法）を有する州と、対象となるバッテリーの種類を示している。

バッテリーリサイクルに関する法令（州法）

<table>
<tr><th colspan="3">全ての種類のバッテリーのリサイクルが義務付けられている州</th></tr>
<tr><th>州名</th><th>法令の名称</th><th>対象となるバッテリーの種類（材料）</th></tr>
<tr><td>カリフォルニア
(CA)</td><td>・California's Rechargeable Battery Management Law
・Rechargeable Battery Recycling Act of 2006
・Primary (Single-Use) Battery Management Requirements</td><td>・ニッケルカドミウム(Ni-Cd)
・ニッケル水素(Ni-MH)
・リチウムイオン(Li-Ion)
・小型密閉型鉛酸電池(Pb)
・一次電池</td></tr>
<tr><th colspan="3">全ての二次電池のリサイクルが義務付けられている州</th></tr>
<tr><th colspan="2">州名</th><th>対象となるバッテリーの種類（材料）</th></tr>
<tr><td colspan="2">ニューヨーク(NY)</td><td>・ニッケルカドミウム(Ni-Cd)
・ニッケル水素(Ni-MH)
・リチウムイオン(Li-Ion)
・小型密閉型鉛酸電池(Pb)</td></tr>
<tr><th colspan="3">二種類の二次電池のリサイクルが義務付けられている州</th></tr>
<tr><th colspan="2">州名</th><th>対象となるバッテリーの種類（材料）</th></tr>
<tr><td colspan="2">メイン(ME)、ニューハンプシャー(NH)、バーモント(VT)、コネチカット(CT)、ニュージャージー(NJ)、メリーランド(MD)、フロリダ(FL)、ミネソタ(MN)、アイオワ(IA)</td><td>・ニッケルカドミウム(Ni-Cd)
・小型密閉型鉛酸電池(Pb)</td></tr>
<tr><th colspan="3">一種類（密閉型鉛酸電池(Pn)）の二次電池のリサイクルが義務付けられている州</th></tr>
<tr><td colspan="3">ペンシルバニア(PA)、ウェストバージニア(WV)、バージニア(VA)、ノースカロライナ(NC)、サウスカロライナ(SC)、ケンタッキー(KY)、インディアナ(IN)、ウィスコンシン(WI)、ミシシッピ(MS)、ミズーリ(MO)、アーカンソー(AR)、ルイジアナ(LA)、ノースダコタ(ND)、サウスダコタ(SD)、ネブラスカ(NE)、テキサス(TX)、ワイオミング(WY)、ニューメキシコ(NM)、ユタ(UT)</td></tr>
</table>

2-2. 家電用 LiB リサイクル業者等

廃棄されるバッテリーを回収する主体は、地方自治体、家電リサイクル業者、廃棄物処理業者などがある。

バッテリーが分類された後、リサイクルを行う業者（プロセッサーとも呼ばれるが、後述するように、必要な金属だけを廃バッテリーから回収する業者、プラスチックも含めてバッテリーに使用されている材料を幅広くリサイクルする業者、中間体にするまでの工程を自社で行い、金属の精製は他社にまかせる業者等、カバーする工程、回収・リサイクルする材料の種類によって様々な企業がある。）が必要なものだけ買い取り材料の回収を行う。

基本的に、リサイクル処理を行う会社は、以下の二種類に大別される。

①鉱業会社・採掘会社（Mining company）

鉱山から直接採掘するより、廃バッテリーやそのほかの製品から回収してリサイクルするほうがコストが安いため、必要な特定の資源が回収できる場合のみ使用済みの製品などを買い取り、処理を行う。Inmetco であればニッケルや亜鉛、Xstrata であればコバルトとニッケルというように、取り扱う材料はある程度決まっている。

②バッテリーリサイクル専門業者

Toxco や Battery Solutions がこれにあたる。彼らの特徴は、様々な種類と大きさのバッテリーを処理することが出来る点と、特定のレアアースや金属以外の回収も行う点である。つまり金属だけではなく、バッテリーパックに使用されていたプラスチックも再利用するために回収して、専門の業者に引き取ってもらう。

1）Battery Solutions, Inc.

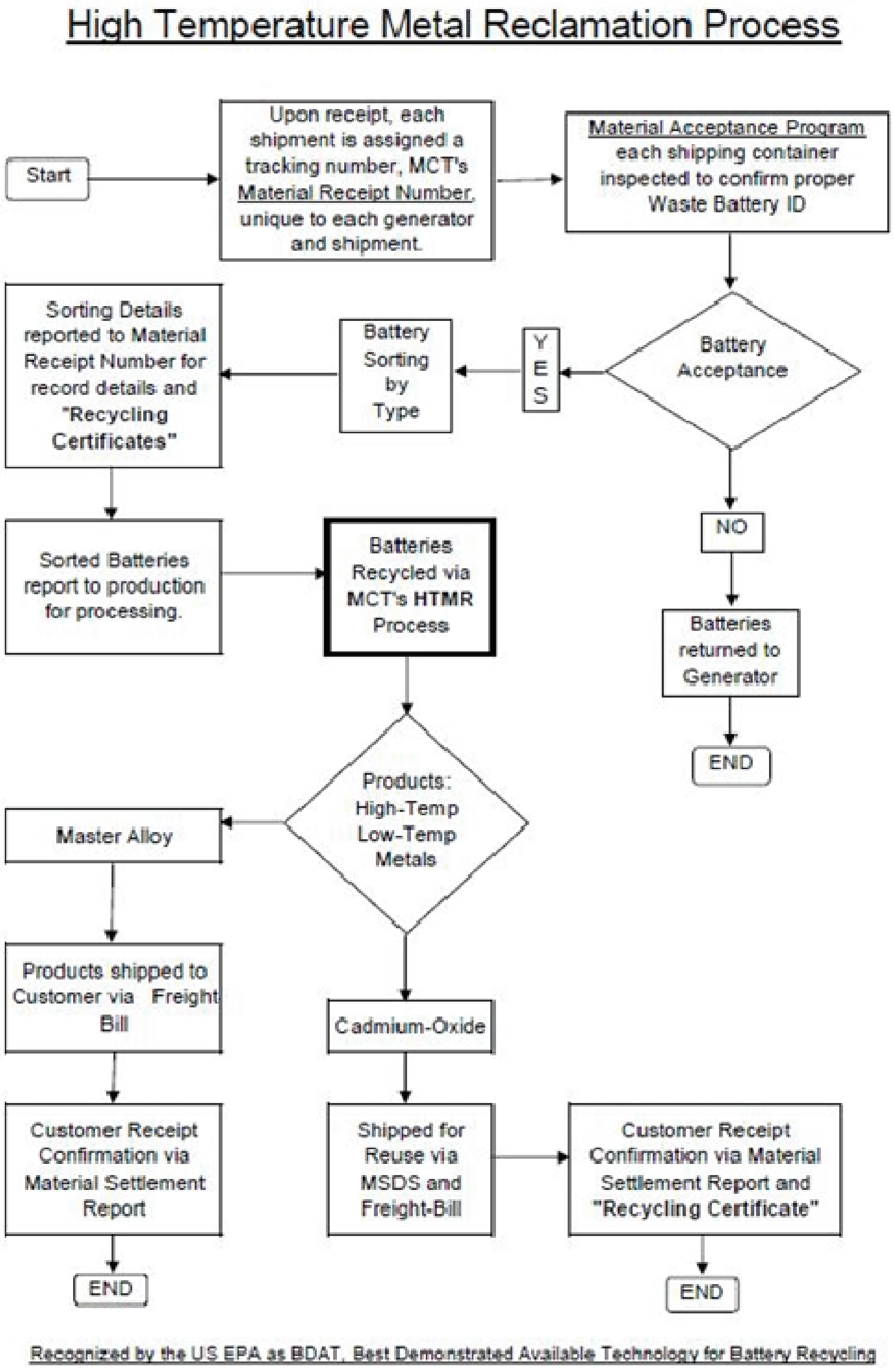
本社所在地	5900 Brighton Pines Ct. Howell, MI 48843			代表番号	+1-248-446-3001
設立年月日	1991 年	資本金	不明	代表者	Chris Sova (CEO)
従業員数	45 人	URL	http://www.batteryrecycling.com/		
事業内容	固体廃棄物処理、リサイクル				
会社概要	・あらゆる種類のバッテリーのリサイクルを請け負う。(HEV 用の大型バッテリーパックも受け入れるとしている) 同社は、EPA の認定の廃棄物処理施設となっている。 ・主なサービスと製品は以下の通り。 *IRecycle Kits: 手軽にバッテリー（乾電池）のリサイクルが出来るキット。プリペイドの使用済みバッテリーの送料、リサイクル料、回収・運搬用コンテナ（ボックス）がパッケージとして販売されている。家庭用の小型のもの（5 ポンド用、24.95 ドル）から、オフィス用等の大型（55 ポンド用、79.00 ドル（数量により割引あり）まで、5 段階の大きさに分かれる。バッテリー以外にも、携帯電話等、小型デバイスも受け入れる。 *SmartRecycle System: 企業や政府機関等が、リサイクルと環境規制への遵守を行いやすくするサポートを提供するプログラム。概要は上記の iRecycle Kits と同様であるが、それに加えて、企業が環境規制を遵守するために必要な事務手続きなども代行する。35 ポンド用、55 ポンド用の 2 つの回収・運搬用コンテナに加え、回収専門の透明の筒型の容器も提供する。更に、啓蒙用のポスターの提供も行う。 *Bulk Battery Recycling Service: 大量のバッテリーや、"e-scrap" と呼ばれるエレクトロニクス製品（回路基板、携帯電話、パソコン、モニター等）を受け入れるサービス。量に制限はなし。カーバッテリー、HEV 用 NiMH、リチウムイオンバッテリー、鉄道用などの産業用バッテリー、電球等も受け入れ、引き取り（輸送）から選別、リサイクルまで一貫して請け負う。 *UPS Recycling Services: USP (Uninterruptible Power Supply：無停電電源装置) 用のバッテリーのリサイクルを行う。装置の取り外し、調整、撤去、輸送、リサイクルまで一貫して請け負う。医療業界、工業、自治体、学校、通信、金融、運輸、小売業等に対してサービスを提供している。				
施設	ミシガン州 Mesa アリゾナ州 New Howell アメリカ全土をカバーするため、東部と西部に 1 箇所ずつ、計 2 箇所でオペレーションを行っている。				

リサイクル技術（工程）	（ニッカド電池・Ni-MH） ・製錬の前に、プラスチック類は金属部品から取り外される。 ・金属類は、"High-Temperature Metal Reclamation (HTMR)（高温金属再生法）" によりリサイクルされる。この工程では、バッテリー原料（ニッケル、鉄、マンガン、クロム）に含まれる高温金属は全て加熱炉内の溶融金属槽に送られ、融合され、更に鋳造操作の間に凝固される。低融点金属（亜鉛、カドミウム）は、溶融中に分離される。 ・これらの金属、プラスチックは、新たに製造される製品で再利用される。 ・バッテリーは 100%リサイクルされる。 （LiB） ・バッテリーは、「室温、無酸素状態」の専用の機械プロセスによりリサイクルされる。この過程で、バッテリーの構成要素は 3 つの最終製品に分離される。すなわち、a)コバルト及び濃縮リチウム塩、b)ステンレススチール、c)銅、アルミニウム及びプラスチックの 3 つである。 ・a)から c)の製品は市場で取引され、新たな製品の製造に再利用される。 ・バッテリーは同じく 100%リサイクルされる。
回収金属（利用用途）	（ニッカド電池・Ni-MH） ・ニッケル、鉄、マンガン、クロム （LiB） ・コバルト、濃縮リチウム塩、銅、アルミ

2）Metal Conversion Technologies, LLC (MCT)

<table>
<tr><td>本社所在地</td><td colspan="3">1 E.Porter St.,Cartersville, GA 30120</td><td>代表番号</td><td>+1-678-721-0022</td></tr>
<tr><td>設立年月日</td><td>不明</td><td>資本金</td><td>不明</td><td>代表者</td><td>John Patterson</td></tr>
<tr><td>従業員数</td><td>不明</td><td>URL</td><td colspan="3">http://www.metalconversion.com/</td></tr>
<tr><td>事業内容</td><td colspan="5">バッテリー（ニッカド電池、密閉型電池、産業用セル、鉛酸乾電池、LiB、リチウム電池、Ni-MH）のリサイクル</td></tr>
<tr><td>会社概要</td><td colspan="5">・北米で第 2 のバッテリーリサイクル企業（同社 HP による）の、家族経営企業。
・「バッテリーのリサイクルを簡単に」がモットーで、回収用コンテナの提供、貨物の運送、バッテリーの選別、リサイクル処理、金属の回収までを行う。(=ターンキーサービス)
・EPA に認定された"Best Demonstrated Available Technology for Nickel-Cadmium Battery Recycling（ニッカド電池リサイクリングにおける、実証された利用可能な最高の技術）"であり、また特許技術でもある"High Temperature Metal Reclamation（高温金属再生法）" により処理を行う。
・あらゆる種類のバッテリーを受け入れるとしている。(HV 車用バッテリーも受け入れるとしている。)</td></tr>
<tr><td>施設</td><td colspan="5"><u>ジョージア州 Cartersville（2003 年設立）</u>
2003 年の設立から 5 年間で 2,000 トンのバッテリーを処理。現在は、年間 1,000 トン以上と推定される。</td></tr>
<tr><td>リサイクル技術（工程）</td><td colspan="5">（高温金属回収方式：ニッカド電池の場合）
・材料であるバッテリーがまずシュレッダーにかけられ、細かい粒になる。
・粒の大きさを揃えるため篩にかける。
・磁力により非金属材料を取り除く。
・その後、ニッケルとカドミウム生成品を作り出す。(母合金と、カドミウム酸化物が生成される。)</td></tr>
<tr><td>回収金属（利用用途）</td><td colspan="5">・ニッケル、カドミウム</td></tr>
</table>

MCT の高温金属再生プロセス



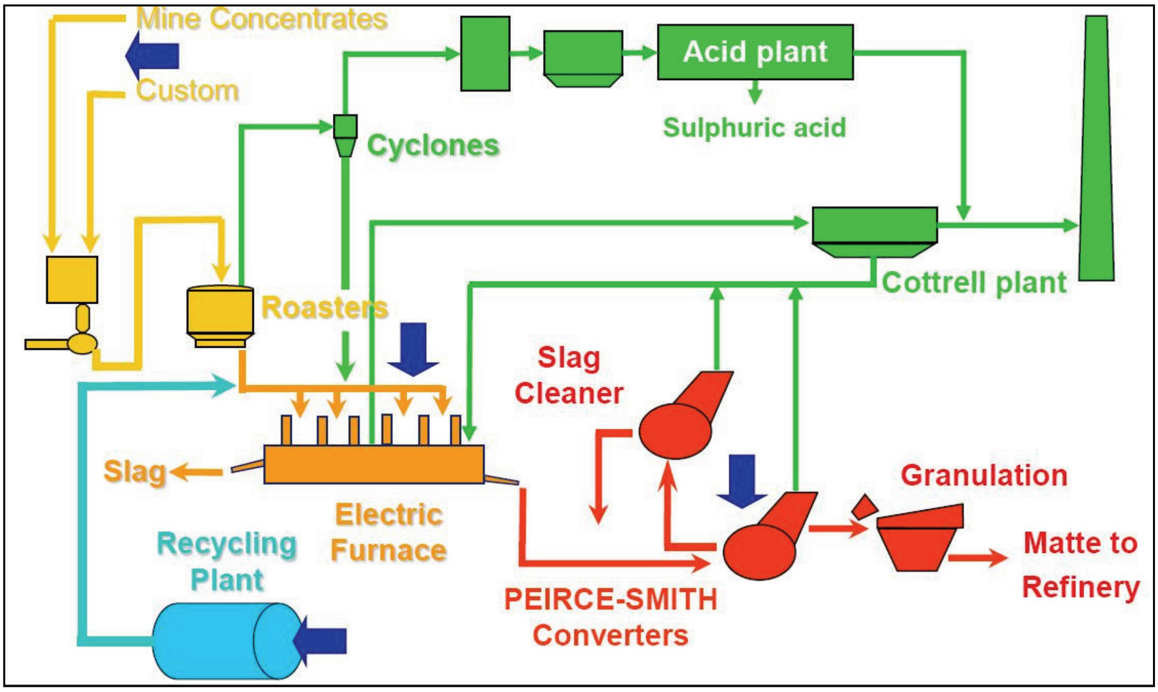
出所：MCT ウェブサイト（http://www.metalconversion.com/process.html）

3）Xstrata Nickel U.S. Inc.

本社所在地	2000 Cliff Mine Road, Park West Two, Suite 100, Pittsburgh, PA 15275			代表番号	+1-412-494-9277
設立年月日	1929 年	資本金	不明	代表者	Ian Pearce（CEO of Xstrata Nickel）
従業員数	不明	URL	http://www.xstratanickel.com/EN/Pages/default.aspx		
事業内容	鉱物の採掘、処理				
会社概要	・世界的な鉱業会社グループの Xstrata plc のグループ会社の一つ。Xstrata pls は、ロンドンとチューリッヒに本拠地があり、合金、石炭、銅、ニッケル、亜鉛等、扱う素材別に傘下の企業が分かれている。 ・Xstrata Nickel はその中の一つで、その名の通りニッケルを主に扱う。カナダのトロントが本社で、ニッケルの取扱量は世界第 4 位、コバルトは世界第 3 位の規模で、ニッケルの生産量は年間 106,000 トン。カナダのオンタリオ州 Sudbury の施設では、バッテリーのリサイクル処理（製錬）が行われている。ピッツバーグにある Xstrata Nickel U.S.は、主にニッケルのマーケティングを行っている。 ・主要バッテリーメーカーにより設立された、リチャージャブルバッテリーの回収、リサイクルを推進する団体、RBRC (Rechargeable Battery Recycling Corporation) の指定のリサイクル業者となっており、回収後、種類別に分別されたバッテリーのうち、LiB のリサイクルを行う。				
施設	カナダ、オンタリオ州 Sudbury 地下鉱山、工場（ミル）、製錬所からなる。同社は、カナダ、北オンタリオにあるこの Sudbury 地区において、1929 年からニッケル-銅鉱石の採鉱を行ってきた。主な金属はニッケルと銅であるが、コバルトや、金、銀、プラチナ、パラジウムなどの貴金属類も産出する。この Sudbury 地区、同じカナダの Raglan、及びオーストラリアの施設からの銅-ニッケル精鉱や二次製品を製錬する。処理する材料に、リチウムイオンバッテリー、NiMH バッテリーも含まれる。この施設では、ニッケル、銅、コバルトのマットが年間約 95,000 トン生産され、そのマットはノルウェーの Nikkelverk 精製所に送られ、精製される。 ノルウェー、Kristiansand、Nikkelverk 精製所 ノルウェーの Kristiansand にある精製所で、主にニッケル、銅、コバルト、貴金属類を扱う。西欧諸国でもっとも低コストで操業する施設とされており、品質システムの ISO9001、環境システムの ISO14001、衛生・安全システムの OHSAS18001 の認定を受けている。 その他				

	カナダ、ケベック州 Raglan、西オーストラリア、ドミニカ共和国等に、主にニッケル、（及びコバルト）鉱を産出する鉱山施設がある。
リサイクル技術（工程）	・製錬所において、自社の鉱山から産出した精鉱、及びニッケル、コバルトを含んだ他の材料、その他の有料金属を受け入れる。 ・処理過程の様々な段階で、これらの材料を組成に従って混ぜ合わせる。 ・これらの材料は、その組成に応じて処理工程に投入される。その投入ポイントの一つが焼成炉である。この焼成炉により、二次電池、メッキスラッジ、触媒などの様々な使用済み材料混合物を、環境的に健全な方法で処理することができる。 ・精鉱はロースター（焙焼炉）に供給され、そのロースターで硫黄が SO_2 ガスとして除去される。SO_2 ガスは、硫酸プラントに送られ処理される。 ・ロースターでの生成物（カルサイン）は、電気炉に供給され、そこでニッケル、銅、コバルトなどの必要な金属を含んだマットが生成される。また、スラグもこの過程で発生し、製錬所で貯蔵され、厳しい環境基準に適合するよう処理される。 ・生成したマットは転炉を通り、更に鉄分を減少させ、有料メタルの選鉱が行われる。 ・転炉を経て、出来た最終生成物は鉄を 2%含んだマットで、これがノルウェーの Kristiansand の精製所に輸送される。 ・また、硫酸プラントでは、ロースターからの排ガスが処理され、二酸化硫黄（SO_2）が回収され、93%の硫酸（H_2SO4）が生成される。この硫酸は、主に北米の顧客に向け販売される。
回収金属（利用用途）	・ニッケル：ステンレススチール、バッテリー材料 ・コバルト：タービン、ジェットエンジン、バッテリー材料 ・銅

Xstrata Nickel の製錬プロセス



出所：Xstrata Nickel プレゼン資料

Call2Recycle の概要

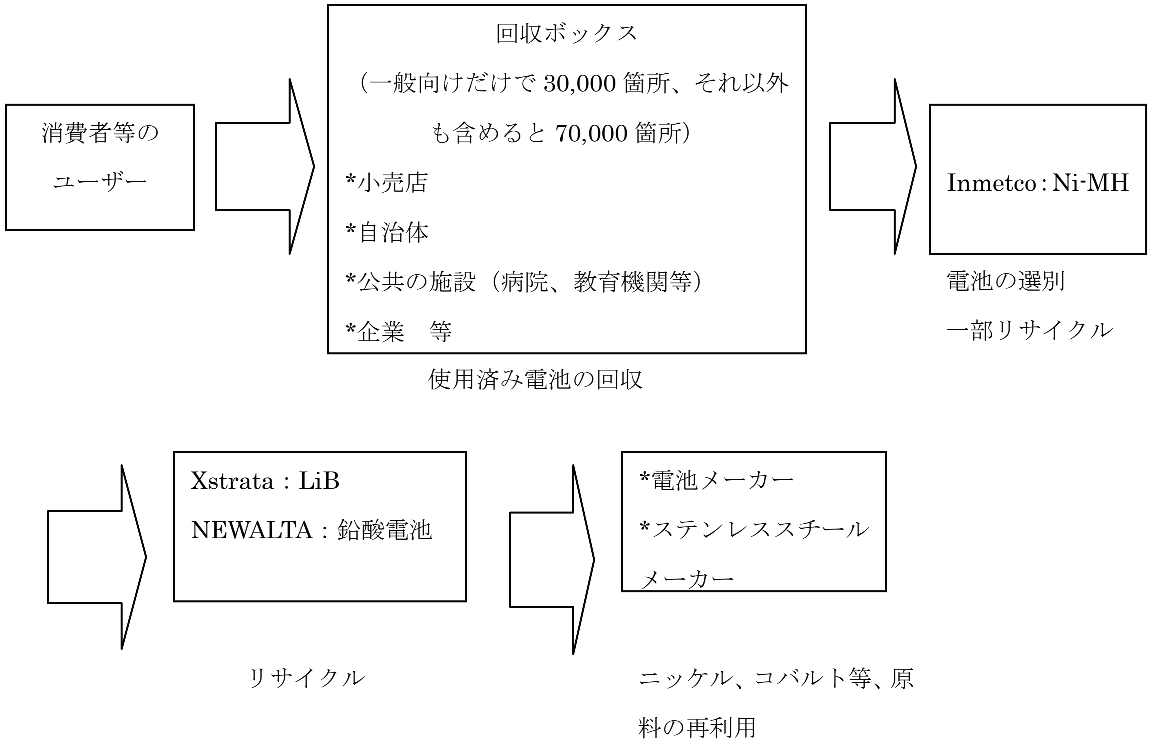
北米において、中心となる LiB のリサイクルスキームは、RBRC（Rechargeable Battery Recycling Corporation）が運営する、Call2Recycle というプログラムである。これは同地域で唯一の充電式電池と携帯電話の大規模な無料回収システムである。

RBRC は 1994 年に、ニッケルカドミウム電池メーカーが自主的に設立した非営利団体であり、特に法律を遵守するために運営されているものではない。但し、州によっては充電式電池の回収が義務付けられており、その要求を満たすように活動している。例えば、ニッケルカドミウム電池の回収を義務付けていのはアメリカでは 5 州だけであるが、カナダも含んだ全州で回収を行っている。また、多くの電池メーカー、装置メーカーがメンバーとなっており、活動は全国規模で行われている。アメリカでは現在二次電池（及び携帯電話）だけの回収であるが、カナダでは多くの州（Province）が全てのタイプの電池の回収を義務付けているので、一次電池も含めて回収している。（但し、回収されるそれぞれの電池パックの重要は、11 ポンド以下とされている。規定の重量の二次電池であれば、どのような種類のものでも回収する。）

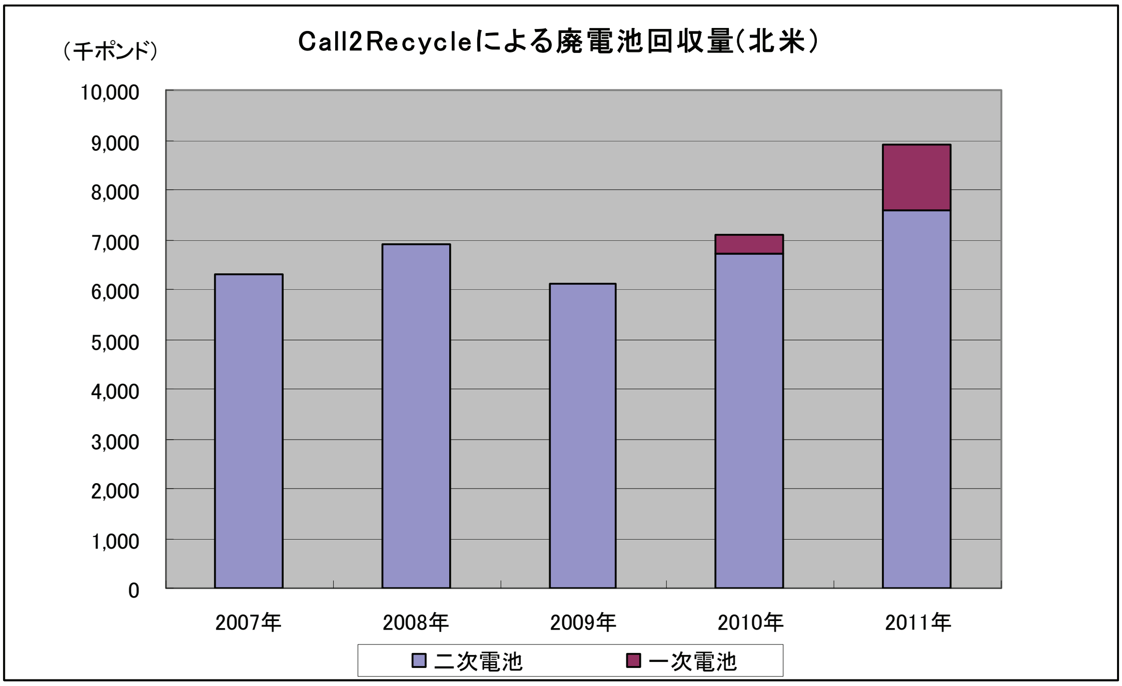
Call2Recycle は 1996 年に開始され、主に電池メーカー、携帯用端末を製造する家電メーカーの資金により運営されている。電池本体に Call2Recycle のリサイクルラベルを貼るためのライセンスフィーとして、販売した電池の重量 100 グラムあたり$0.01（1 セント）が

会員である各メーカーから支払われる。また、携帯電話リサイクルには、修復して再販された携帯電話端末の売上も一部使われる。

Call2Recycle における回収・リサイクルの流れ



バッテリーのリサイクルを専門としている事業者では、全ての金属の回収が可能である。但し、実際に利用されるのは主にニッケルとコバルトである。マンガンは価格が安いのでビジネスに結びつくことはほとんど無い。また、リチウムも LiB 向けに再利用するために回収される。ニッケル、コバルトも同様であるが、ニッケルの場合はステンレススチールの材料として利用されることもある。



(千ポンド)

	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
二次電池	6,300	6,900	6,100	6,700	7,600
一次電池	0	0	0	400	1,300
合計	6,300	6,900	6,100	7,100	8,900

出所：RBRC プレスリリース（http://www.call2recycle.org/press-release/）

2-3.　家電用 LiB リサイクル展望

全体的な動向としては、今のところリサイクル技術の積極的な開発は行われておらず、これもリサイクルの推進を妨げる要因の一つになっている感がある。もちろん、先に紹介した Toxco の冷凍破砕方式、MCT の High Temperature Metal Reclamation（高温金属再生法）等の特許技術は過去いくつもあり、業界の中心的な企業での技術開発はある程度行われているものの、このような企業自体も経済規模の大きさに比較すると少なく、全体の傾向としては、現時点ではそれ程技術開発が積極的に行われているとは言い難い状況である。

但し、今後アメリカにおける環境保護意識の高まりととともに、廃棄物処理の規制を強化する州が増えるなどしてリサイクル市場自体が成長していけば、有用金属の回収率向上、リサイクルプロセスの効率化などを図り、収益の向上とコスト削減のための技術開発が進む可能性は十分にあると考えられる。

今回の取材で得たコメントの中で、今後技術開発が進むとすれば、1)リサイクルがより容易に行えるような標準化を進める、2)環境によりよいリサイクルプロセスを確立する、という流れになると思うという意見があった。特に 2)は、社会的に果たすべき責任の大きい大手メーカーなどにとっては重要であろう。更に、回収された材料を酸化物や水酸化物にするなど、より利用しやすい形にすることも重要であるといわれている。回収金属等に付加価値をつけることが出来れば、リサイクルビジネスをより魅力のあるものに出来る可能性も高まる。

使用済み家電製品のリサイクルを義務付ける州は増加しており、一人当たりのリサイクル量も増加傾向にある。現時点ではバッテリーのリサイクルに関する技術開発はそれほど活発ではないものの、リサイクル市場自体の規模が増加すれば各リサイクル企業の競争力強化のため、また電池メーカー、エレクトロニクスメーカーなどが環境責任を果たしていくためにも、リサイクル技術開発に、より大きな投資がなされる可能性は十分にあると考えられる。

課題点（採算面、技術面）

北米、特にアメリカにおいて家電用 LiB のリサイクルを更に促進させるためには、現状では以下のような課題があると考えられる。

・リサイクルを、より容易に、低コストで行うことが出来るようになる技術の開発
・一次電池も二次電池も区別無く回収する仕組みの必要性
・法律による規制の強化の必要性

1) 消費者は、携帯電話やパソコンなどの装置を使い終えた時にバッテリーも処分することになるが、バッテリーパックだけを取り外して処分することはほぼ無い。よって、それらの製品と一緒にバッテリーも処分されることが多い。

2) 使用済みのバッテリーも、使用開始時の 70%から 80%チャージ容量があることが多い。この状態のバッテリーは、アジアの途上国等に輸出され、修理・修復され再利用されることがある。1 ポンド当たり$2.5 から$3.00 で買われるため、材料のリサイクルを行うより輸出したほうが経済的に有利であれば（材料の）リサイクルではなく輸出するという動機が働く。ちなみに、リサイクル用として買い取られるバッテリーは、1 ポンド当たり 20 セントから 40 セント程度といわれている。

2-4.　ELV-LiB リサイクルへの技術転用の可能性および条件

現状の家電用（携帯機器用）LiB の処理施設・処理技術はそのまま利用できると考えてよい。ELV-LiB 用大型バッテリーを取り扱うには、バッテリーパックが炉に投入できるように事前に分解するなど、必要な処理をすれば小型の LiB しか処理していないリサイクル業者でも対応は可能である。

しかしながら、ELV-LiB リサイクルが事業としてなりたつかどうかの目処が立っていない現状では、Toxco などごく一部の企業を除いては大きな投資を行ってまで能力を高めようとする企業はあまりないと考えられる。

（２）欧州に於ける動向

1．LiB 搭載廃家電発生状況

1-1．LiB 搭載廃家電発生量

欧州においては、バッテリーリサイクルの事業者が加盟する欧州バッテリーリサイクリング産業連盟(EBRA)という団体があり、そこにより、バッテリーのリサイクル実績が把握されている。それによると、2010 年の EBRA 加盟企業による電池リサイクル実績は 3.7 万トンとなっている。そのうち、LiB のリサイクル量は 1,289 トンとなっており、電池リサイクルのうち 3.5%ほどを占めた。リサイクルされた LiB については、その全量がポータブル機器用となっており、少なくとも 2010 年までは欧州でリサイクルされる LiB は全て電子機器用のものであったと考えられる。

なお、EBRA では、上記のほか、EBRA 非加盟企業により約 5,000 トンの使用済み電池が 2010 年にリサイクルされたと推定しているが、その中に占める LiB の割合は不明である。

EBRA 加盟企業による 2009・2010 年のリサイクル実績　　（単位：トン）

		2009 年	2010 年	対前年比
一次電池：亜鉛／炭素（ZnC）、アルカリ、空気亜鉛		28,031	2,8175	0.51%
ボタンセル		154	37	−75.96%
ニッケル・カドミウム（民生用、密封型）		3,081	3,460	12.30%
ニッケル・カドミウム（産業用）		2,481	2,472	−0.37%
ニッケル水素（小計）		1,234	1,196	−3.09%
	ポータブル／民生用	(—)	(1,176)	(—)
	産業用(非自動車)	(—)	(20)	(—)
	産業用(自動車)	(—)	(0)	(—)
リチウム一次電池		218	297	36.13%
リチウムイオン二次電池（小計）		1,889	1,289	−31.78%
	ポータブル機器用	(—)	(1,289)	(—)
	産業用（非自動車）	(—)	(0)	(—)
	産業用（自動車）	(—)	(0)	(—)
製造廃棄物		120	37	−68.81%
鉛酸蓄電池		—	85	—
合計		37,208	37,047	−0.43%

－：データなし

出所：欧州バッテリーリサイクリング産業連盟（EBRA）

EBRA 加盟企業

	企業
正会員	Accurec、Batrec Industrie AG、EuroDieuze、G&P Batteries、Pilagest、Recupyl、Recypilas / Indumetal、Revatech、SAFT AB、SNAM、Umicore、VALDI、Xstrata Nickel International LTD
準会員	KMK Metals Recycling Ltd、Paprec D3E、Polyeco S.A.、Saubermacher、Sitrasa、Van Peperzeel、Xstrata Nickel

出所：EBRA ホームページ

1-2. LiB 搭載廃家電回収ルート（廃 LiB 回収ルート）

EU 加盟国では、EU の新電池指令（2006/66/EC）に基づいて各国政府が国内法を整備するとともに、業界団体などの主導により使用済電池の回収システムが構築されている。

ドイツでは欧州連合（EU）の電池指令を国内法に転換した電池法（BattG 2009）により、二次電池および機器に組み込まれている電池について、電池の最終利用者に対しては使用済電池を一般のごみと区別して廃棄する義務が定められている。

一方、電池メーカーに対しては回収義務が課されている。電池メーカー等が家電などのバッテリーを回収する際には、電池メーカーとドイツ電気電子工業会（ZVEI）が 1998 年に設立した非営利団体、「バッテリー共同回収システム協会（Stiftung GRS Batterien)」が運営するバッテリー共同回収システムを利用するか、独自のシステムを構築しなければならない、とされている。

GRS システムにおいては、小型の使用済電池について、スーパーなどに緑色の回収ボックスを配布し、そこで回収している。

そのほか、ドイツでは 2010 年に 15 万台の電動自転車が販売されていたが、その中で使用されている電池は家電用のものよりも大きい。この電池についても、同年 12 月より、GRS がドイツ自転車製造業連盟（ZIV）と共同開発した電動自動車用の廃電池回収システムを導入し回収にあったっている。これは 500 グラムを超える LiB について、安全上の理由から特殊なボックスに収納し回収する仕組みである。この中で、GRS では自転車の販売業者対して、LiB 回収用のボックスと取扱説明書、LiB の回収ボックスに貼るステッカー（LiB の回収ボックスであること表示するためのステッカー）を配布している。

なお、使用済み電池の回収にかかる費用は GRS の会員企業が負担しており、負担金額については電池の種類や重量に応じて定められている。

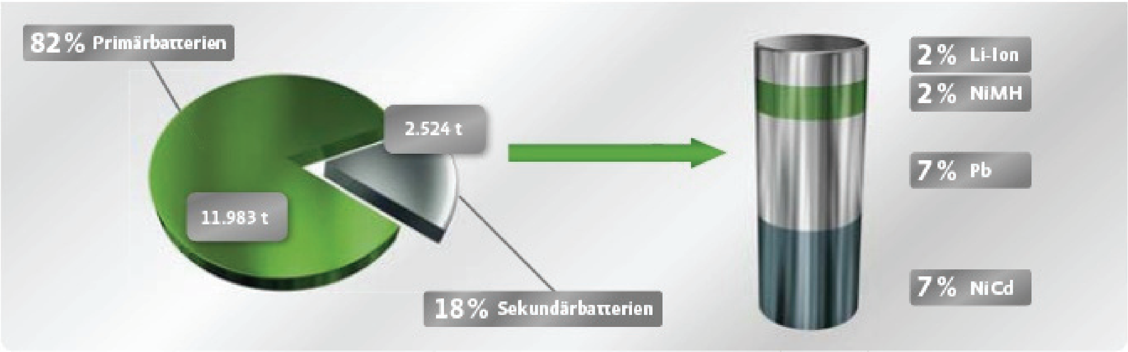
GRSの使用済み電池回収ボックス

スーパーなどに設置されている。

出所：独バッテリー共同回収システム（GRS）

GRS が 2010 年に回収した使用済電池は 1 万 4,507 トンとなった。そのうち、一次電池は 1 万 1,983 トンで全体の 82%、二次電池は 2,524 トン、全体の 18%であった。さらに、二次電池についてはLiB が 2%、Ni-MH は 2%、鉛電池は 7%、ニッケルカドミウム電池は 7%となっており、LiB の占める割合は高いとは言えない。

独バッテリー共同回収システム（GRS）、2010年に回収した使用済み電池の内訳



出所：独バッテリー共同回収システム（GRS）

そのほか、フランスでは電気電子機器回収リサイクル協会（SCRELEC)、携帯機器電池（ポータブルバッテリー）メーカー連盟（SPAP）が設立した非営利団体 COREPILE が、ベルギーではBEBAT（バッテリー回収基金）が回収システムを構築している。また、英国でも民間企業の G&P Batteries（英 ECOBAT Technologies の子会社）が使用済み電池の回収を行っている。

2. 家電用 LiB リサイクル現状

2-1. 家電関連リサイクル法令

EU においては、廃棄家電が急速に増加する中で、機器に含まれる遊戯物質による環境汚染と健康被害に対するリスクの高まりが懸念されるようになった。そこで、そのようなリスクを最小限に抑えることを目的として、2003 年、有害物質を使用した電気製品や電子機器などの販売を禁止する「有害物質の使用禁止に関する指令（RoHS 指令）」が制定された。

これにより、EU 域内では 2006 年 7 月 1 日以降、鉛、カドミウム、水銀、六価クロム、ポリ臭化ジフェニルエーテル（PBDE)、ポリ臭化ビフェニール（PBB）を使用した電気製品や電子機器などの販売が禁止されることとなった。

その後、2011 年 5 月に開かれた運輸・通信・エネルギー担当相理事会で、RoHS 指令の改正案が承認された。これにより、新たに医療機器や工業用監視装置などに規制が適用され、3～6 年の移行期間を経て有害 6 物質を含む製品の販売が禁止されることとなった。

また、この RoHS 指令と併せて、2004 年、使用済の電子機器に関する具体的な回収目標やリサイクル率を定めた「使用済電子・電気製品に関する指令（WEEE 指令)」が導入された。この中で、2006 年末までに EU 市民 1 人当たり年間平均 4kg の廃家電の回収を目標に掲げ、2016 年までに達成すべき再生率とリサイクル率がカテゴリー別に定められた。

しかし、携帯電話やパソコンなどの普及を背景に電子ごみの量は増え続けており、およそ 8 割が適切に回収されず、違法に埋め立てられたり、途上国に輸出されて主に金属資源として売買されている。EU ではこうした現状を改善するため、WEEE 指令の改正に向けた議論が続けられ、欧州連合（EU）の欧州議会は 2012 年 1 月 19 日の本会議で WEEE 指令の改正案を賛成多数で可決した。これは、EU 加盟国に対して、原則として 2019 年までに国内で廃棄された使用済電子・電気製品の 85%の回収を義務づけることを柱とする内容で、加盟国はすでに改正案の内容で合意しており、閣僚理事会で近く正式に承認される見通し（その後、加盟国は改正案に沿って 18 カ月以内に国内法を整備）となっている。

改正案では、加盟国は 2016 年以降、過去 3 年間に国内で販売された電子・電気製品 100 トンにつき 45 トンの回収を義務づけている。さらに、2019 年以降は販売された機器 100 トンにつき 65 トンを回収するか、国内で廃棄された使用済み機器の 85%を回収しなければならないとされた。ただし、チェコ、ハンガリー、ポーランド、スロバキア、ルーマニアなど 10 カ国については、それよりも緩やかな規制が適用され、2016 年の回収目標は廃棄された機器の 40%、最終的な回収目標の達成期限は 2021 年に設定している。

このように家電に対する規制が課せられる中で、使用済電池と RoHS 指令や WEEE 指令との関係についてみると、電池が組み込まれた製品が両指令の対象になるということはあ

るものの、電池単体では対象とはならない。P66~68 で記述した新電池指令の規制内容が優先されることとなる。

2-2. 家電用 LiB リサイクル業者等

■ドイツ

ドイツでは、先述したように、主に GRS が使用済電池の回収を行っている。GRS によると、2010 年の GRS 会員企業による使用済電池の回収量は 1 万 4,507 トンとなり、回収率で 44%を確保しており、先に記した新電池指令の 2016 年の目標である回収率 45%をほぼ達成している。

GRS システムで回収された電池は、電磁センサーおよびレントゲンセンサーでどのように分類される。さらに、アルカリマンガン（ALMn）電池と亜鉛炭素（ZnC）電池は UV センサーにかけられる（欧州の電池メーカーは 2005 年まで水銀が入っていない電池に UV に敏感に反応する塗料を塗っていたため、水銀を含む電池かどうかを UV センサーで区別できる）。

GRS システムで回収した電池については、Redux　Recycling GmbH 社など、GRS のパートナーとなっているリサイクル業者に引き渡され処理されることになる。

GRS によると、回収したリチウム電池のうち、一次電池（LiNmO2）では、真空蒸留によりニッケルを含んだ鉄およびマンガン鉄（フェロマンガン）を抽出し、二次電池では、コバルト、ニッケル、銅を主に抽出しているとのことである。

■フランス

先述したように、フランスでは電気電子機器回収リサイクル協会（SCRELEC）、および携帯機器電池メーカー連盟（SPAP）が設立した非営利団体 COREPILE が電池の回収を行っている。回収されたバッテリーについては、ベルギーのフローリディエンヌ（FLORIDIENNE）グループ傘下の産業廃棄物リサイクル会社である Société Nouvelle d'Affinage des Métaux（SNAM）社などのリサイクル会社によってリサイクルされることとなる。

SNAM 社は、回収した NiMH を最適な方法でリサイクル処理し、二次利用できる原料を最大限確保することを目的として、2011 年 10 月、トヨタ自動車の欧州事業統括会社トヨタ・モーター・ヨーロッパ（TME）との提携に合意した。期間は 2011～2014 年までの 3 年間で、欧州全域を対象とし、SNAM 社がリサイクル効率等に関する報告書を EU 各国のトヨタ自動車の販売子会社（NMSC）に提出することで、トヨタは各国の当局に正確な情報を適宜報告できる体制を構築するとしている。

また、SNAM 社はベルギーの Floridienne Chimie 社と合同で、小型 LiB のリサイクル技術研究プロジェクトを行った。同プロジェクトでは、LiB を分類、解体、熱処理、小さく砕くなどの作業の後、熱処理により銅と鉄を、さらに粉砕およびろ過によりコバルトとニッケルを抽出する技術について実証試験を行った。

これにより、重量比で 60%分のリサイクルが可能という結果が得られた。その中でコバ

ルトとニッケルは電池メーカーに再販することとなる。このプロジェクトは予算およそ 150 万ユーロ であったが、そのうち EU が 38 万ユーロを支援した。

SNAM 社は本プロジェクトの終了後、電池のリサイクル事業を強化しているようである。

■スイス

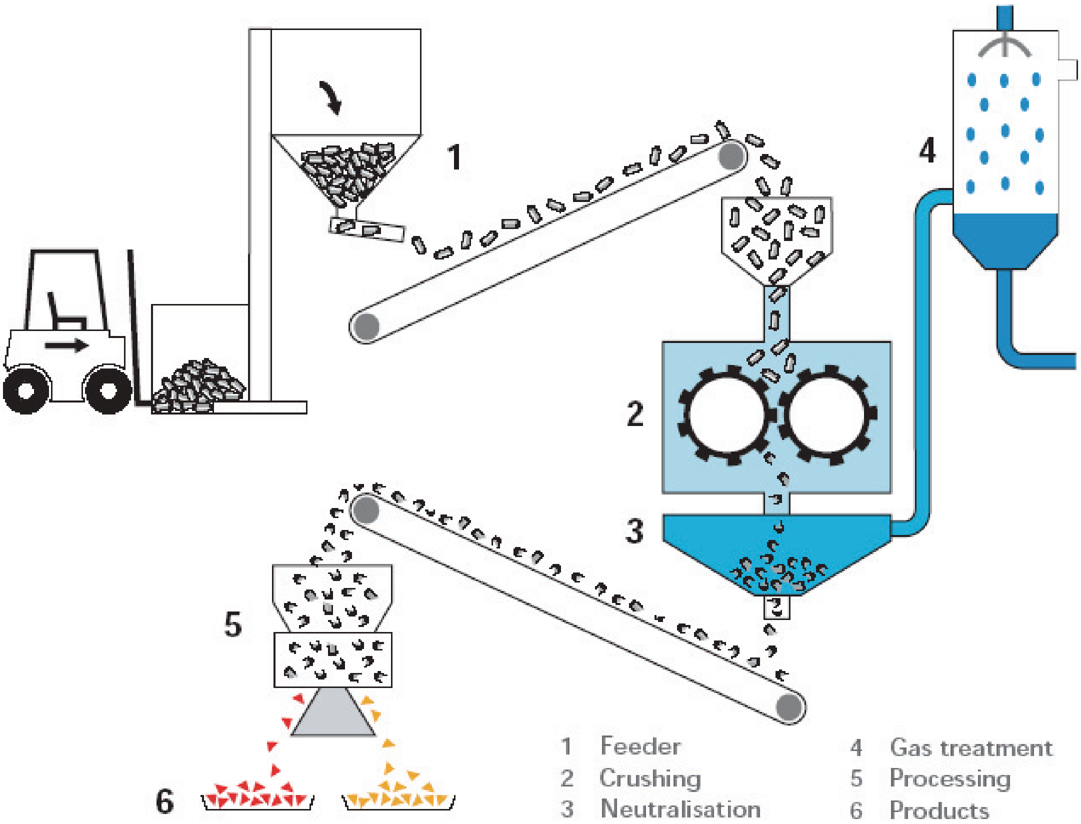
スイスでは、使用済電池の回収・輸送・リサイクルにかかるコストが電池の販売価格に上乗せされており、最終消費者がバッテリーの購入時にリサイクル費用を前払いする形となっている。最終消費者から集められたリサイクル費用は、スイス連邦環境省（BAFU）の委託を受けて、Inobat が管理している。Inobat は電池メーカーや輸入業者、販売業者などが加盟する共同組合で、電池の回収ネットワークを構築している。

スイスでは、電池の販売店で使用済電池を無料で引き取ることが義務付けられており、家電や携帯電話の販売店、百貨店、キオスク、ガソリンスタンドなどに回収ボックスが設置されている。そのような場所で回収された電池のリサイクル事業については、1989 年に設立され、ヴィミス（Wimmis）に本社を置く Battrec Industrie 社がほぼ独占する状況となっている。同社は特殊廃棄物の処理を事業とし、電池のリサイクルのほか、医療機器や実験用診断装置、照明設備などに使用されている水銀のリサイクル、ガス製造用触媒のリサイクルなども事業としている。

同社の家庭用電池リサイクルについては、アルカリ・マンガン、亜鉛／炭酸、水銀、リチウム、鉛、ニッケル・カドミウム、Ni-MH の各電池に対応しており、LiB についても、2003 年からリサイクル処理設備を導入している。

同社では、これらの電池リサイクルによって、クロムニッケル鋼、コバルト、非鉄金属、酸化マンガン、樹脂などを回収している。

Batrec Industrie　リチウム電池のリサイクル工程



The components separated for the natural raw material circulation

出所：Batrec Industrie

Batrec Industrie リサイクル工程

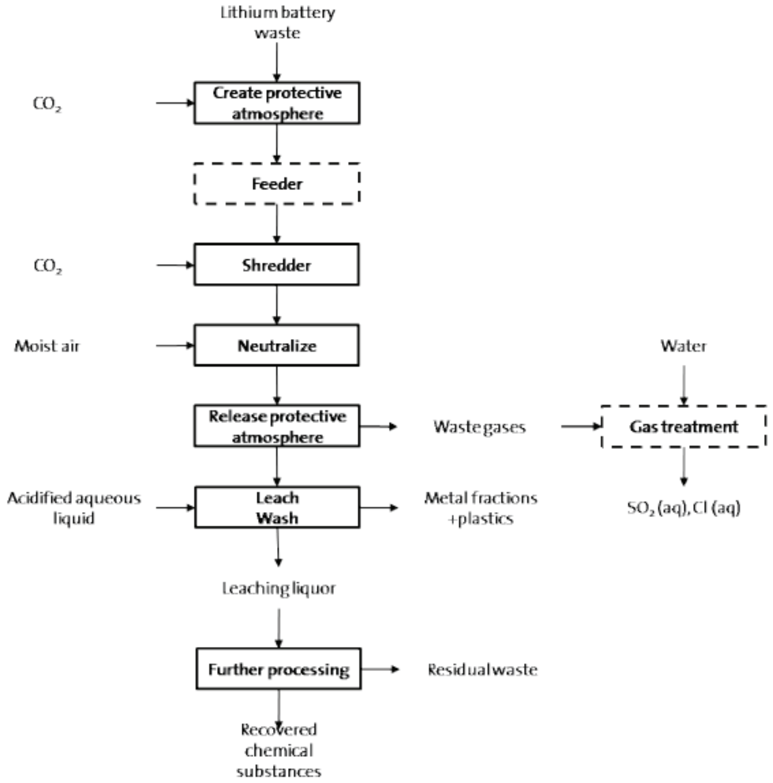


Figure 4-3 - Process flow chart for Batrec's pyrometallurgical recycling process for lithium-ion batteries Zenger et al. 2003).

出所：Carl O. Vadenbo： Prospective Environmental Assessment of Lithium Recovery in Battery Recycling ／ ETH Zurich, Natural and Social Science Interface (NSSI), Institute for Environmental Decisions (IED)：Semester Thesis 24/09（August 2009）

2-3. 家電用 LiB リサイクル展望

前項までに記したとおり、家電用などの小型電池のリサイクルによってコバルトを抽出するというについてはユミコア等の企業により、すでに実用化されている。

一方、課題となるのは電池の回収量確保となる。ドイツでは GRS が使用済電池の回収を行っているが、実質的に使用済みとなっている携帯機器などの電池について、回収できていないものも多い言われている。これは、電池を搭載している機器自体がい廃棄物として出されず家庭で保管されているなどの理由があるためで、そのような理由から回収ルートに乗らない電池も多いものと見られる。今後、そのような電池の回収を増やすことが採算性を確保するための課題と考えられる。

2-4. ELV-LiB リサイクル技術転用の可能性および条件

すでに述べているように、欧州ではすでにユミコアが車載用 LiB のリサイクル技術を実用化している。同社は元々は他の電池のリサイクルを手がけていた企業であり、車載用 LiB のリサイクルはその技術を転用したものである。

また、ドイツでは連邦環境省（BMU）の支援の下に、「LithoRec」、「LiBRi」という 2 つの車載用 LiB リサイクルの研究開発プロジェクトが実施された。これは、EV などに搭載されている LiB の解体から、リサイクル処理により抽出した金属の再利用に至るまでの全体的なライフサイクルを研究対象とした総合的なプロジェクトである。

「LithoRec」ではリチウムを製造するセメタルのノウハウを生かした湿式精錬方式、「LiBRi」ではユミコアの従来のリサイクル技術を生かした高温処理による乾式製錬方式による 2 つのプロジェクトが実施された。また、両プロジェクトでは三元系（NMC、NCA）、リン酸鉄リチウム（LFP）を対象とした。これは、欧州の自動車メーカーが採用する LiB が三元系であることと、鉄系は中国で普及が見込まれることが背景にある。

このプロジェクトには自動車メーカー、産業廃棄物の回収・解体業者など幅広い分野から 12 社･機関が参加していたが、このような技術開発が進められている状況を踏まえると、今後もユミコアのように車載用 LiB のリサイクル技術を実用化できる企業は出てくるものと見られる。

ただ、その中で課題となるのが採算性である。コバルトなどを抽出して販売するにしても、ある程度の規模が確保できなければ採算性の確保ができなくなる。欧州においても次世代自動車の普及が始まったばかりであり、ELV-LiB が大量に発生するのはまだ先のこととなる。その中でいかに回収量を高めていくかということが課題となる。

独連邦環境省（BMU）が支援する研究開発プロジェクト

プロジェクト名	参加企業	リサイクル技術	抽出金属	実施期間
LithoRec	ブラウンシュヴァイク工科大学、アウディ、フォルクスワーゲン、Electrocycling 等	湿式精錬方式	コバルト、ニッケル、リチウム	2009 年 9 月 1 日～2011 年 9 月 30 日
LiBRi	ユミコア、ダイムラー、エコ研究所、クラウスタール工科大学	乾式方式	コバルト、ニッケル、リチウム	2009 年 9 月 1 日～2011 年 8 月 31 日

各種資料より矢野経済研究所作成

（３）中国に於ける同行

1．LiB 搭載廃家電発生状況

1-1．LiB 搭載廃家電発生量

中国では経済成長により家電製品の普及も進んでいるが、政府はさらなる内需拡大を図るために、「以旧換新」という家電買い替え政策を実施した。また、それまでは普及が都市部中心であり、経済格差の大きい農村部においては普及が進んでいなかったことから、そのような地域への普及を図るべく、家電の購入に対して補助金を支給する「家電下郷」政策が実施された。これらの政策により、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、PC、携帯電話などの家電の普及、高品位な製品への買い替えが進んでいる。

中国の LiB 産業は、主に広東省を中心とする珠江デルタ地区、浙江省を中心とする長江デルタ地区、北京・天津を中心とする京津地区において盛んになっている。この中で LiB 自体の生産は京津地区及び長江デルタ地区に、パックの製造や組み立ては深圳・東莞を中心とする珠江デルタ地区に集中している。

ただ、今後の LiB 産業の将来動向としては、従来の北京や上海、合肥、広東などの自動車生産が盛んな都市に集約すると見込まれている。

2010 年の地域別 LiB 生産量

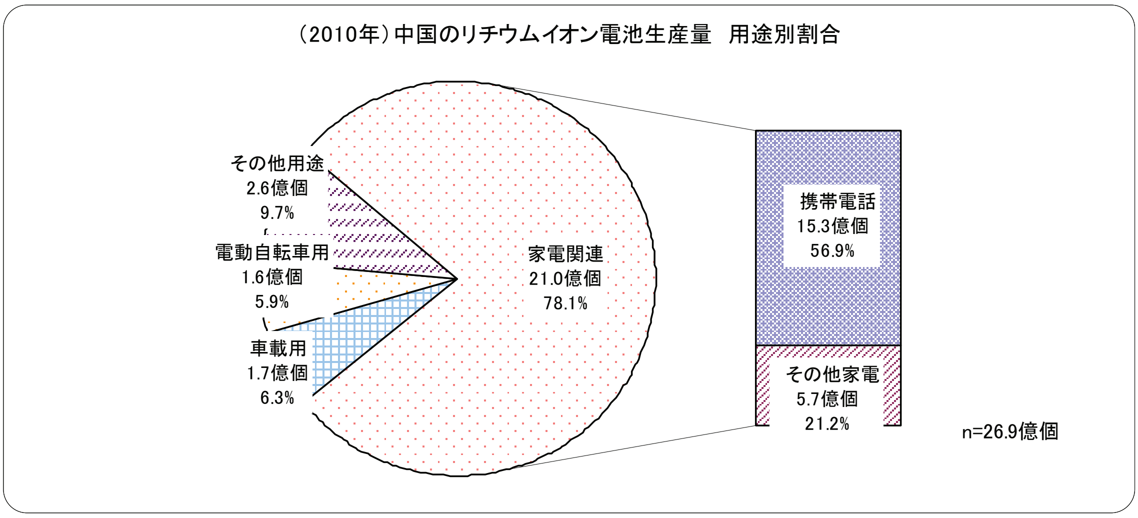
地域	生産量（個）
広東省	1,239,643,846
天津市	508,023,698
江蘇省	367,110,821
福建省	163,777,853
上海市	120,899,788
北京市	105,100,160
江西省	43,123,610
浙江省	30,868,288
贵州省	29,650,000
広西自治区	28,680,877
黒竜江省	19,104,566
山東省	12,709,340
吉林省	8,023,625
湖北省	6,647,400
河南省	1,103,206
河北省	997,090
四川省	553,294
安徽省	334,291

山西省	248,466
陝西省	245,468
重慶市	104,998
湖南省	35,000
合計	2,686,985,685

出所：中国電池工業協会

中国電池工業協会へのヒアリングによると、中国における LiB の生産はこれら家電向けが主となっており、2010 年のリチウムイオン全体の生産量は 26.9 億個、そのうち家電関連分野の LiB 生産量はおよそ 21 億個、およそ 8 割近くが家電関連向けとなっているとのことであった。その家電関連分野の中では携帯電話向けが 15.3 億個となっており、家電関連の 7 割以上を占めている。

2010 年末時点で中国の携帯電話使用台数は延べおよそ 8.6 億台であった。もし、ユーザーが携帯電話を 2 年に 1 回取り替えるとした場合、毎年およそ 2.86 億台の携帯電話が廃棄される試算となる。1 台に 2 個の LiB が搭載されているとすると、中国では毎年、およそ 5.7 億個の携帯電話用使用済 LiB が発生することになるとのことであった。



出所：中国電池工業協会

1-2. LiB 搭載廃家電回収ルート

前項で述べたように、家電向けとして LiB の生産量が最も多くなっているのは携帯電話となっている。携帯電話用 LiB に含まれるコバルトなどの金属を回収する価値が高いことからから回収過程を標準化して再生可能資源のリサイクルを推進すること、環境汚染の抑制により持続可能社会に向けた戦略に寄与することを目的として、2008 年に「通信用 LiB 回収処理要求」が発布された。

この中で通信用機器に使用されていた LiB の回収体系について、「LiB の販売業者、生産企業が全国にカバーする LiB 回収ネットワークを構築して収集、保管かつ LiB 回収処理業者に搬送することを奨励する」と記載されており、義務とはなっていない。この点について、中国工業・信息化部電信研究員へ確認したところ、「現時点で中国における通信機器用 LiB の回収体系は完成していない。政府は LiB の販売業者や生産業者に回収体系の構築を提唱しているが、強制でないことや、相応の補助政策がないこと、LiB の回収処理を行うことのできる業者が少ないことなどの要因でその構築がまだできていない」とのことであった。

一方、そのほかの家電回収については、2006 年に家庭用電子器具や電子製品の廃棄量削減や資源再利用率の向上を図る政策として、減量化・資源化・無害化の「三化」の推進を理念として掲げた「廃棄家電・電子製品汚染防止技術政策」が施行されている。

この中の「分解」の項目において、「廃棄家電・電子製品について、ニッケルカドミウム電池、リチウム電池などを含む部品は単独で取り外し、分別収集すること」と記載されている。さらに、「危険物質を含む部品の処理」の項目において、「廃棄家電・電子製品から分解した各種電池（蓄電池、充電池、ボタン電池）の処理・処置は『廃電池汚染防止技術政策』および関連規定、基準要件に従うこと」と記されている。これらのことから、家電に使用されていた電池は取外した上で、『廃電池汚染防止技術政策』にしたがって処理する必要があるものと見られる。

『廃電池汚染防止技術政策』では、回収責任者を以下の 4 主体としている。

①電池メーカー

②電池の輸入業者

③電池を使用するメーカー

④自社所有の商標を使用する電池を他のメーカーに委託生産させるメーカー

ただ、回収については、「異なる種類・異なる出所にあった廃棄家電・電子製品回収体系の確立を奨励する」とあり、回収の責任者は明確にはされていない。また、回収上の違反に対しての強制的措置が取られておらず、全国的な規模での回収体系の整備もなされていない。

廃棄家電・電子製品汚染防止技術政策

公布	2006 年 4 月	施行	2006 年 4 月
公布機関	国家環境保護総局、科学技術部、信息産業部、商務部		
目的	・家庭用電気器具・電子製品の廃棄量の削減、資源再利用率の向上を図り、これら器具・製品の再利用および処置過程における環境汚染を抑制すること。		
対象製品	・家庭用電気器具とは家庭用器具および類似用途の製品を指す （テレビ、冷蔵庫、エアコン、洗濯機、掃除機等を含む） ・電子製品とは情報技術および通信製品、事務設備等を指す （コンピューター、プリンター、ファックス、コピー機、電話機等を含む）		
概要	・家電・電子製品の環境設計、廃棄製品の収集、輸送・貯蔵、再利用・処置の全過程における環境汚染防止に適用され、廃棄家電と電子製品の再利用・処置施設に関する計画、立案、設計、建設、運営、管理に技術的な指導を提供し、関連産業の発展を導く。 ・三化（減量化、資源化、無害化）原則の推進 ・生産者、輸入車、販売者、消費者は自陣が出す廃棄家電、電子製品について法に従って汚染防止の責任を負う 回収 ・廃家電・電子製品の回収については、費用の支払、相互交換、無償取引などの市場手段の採用が可能であり、消費者が廃棄製品を指定の回収拠点に引き渡すこと、または訪問収集を申し込むことを奨励する ・回収者は収集した廃棄家電・電子製品を関連資格を有する企業に送り、専業化、無害化による集中処理・処置を行わなければならない。 処理・処置 ・処理とは廃棄家電・電子製品に対する汚染の除去、分解、粉砕、再利用といった活動のことを指す ・処置とは、廃棄家電電子製品の処理後に生じる、再使用、再利用が不可能な残余物について、焼却、埋め立て、その他の方法により、容量の削減、危険性の除去などを図る活動を指す ・廃棄家電・電子製品について、補修またはバージョンアップによる再使用が不可能な場合、手作業または機会を使って分解し、分別処理すること ・分解後の使用価値を持つ素子・部品については、まず再使用を考慮しなければならない。再使用が不可能な素子・部品などについては、専門の再利用工場に送り、これら素子・部品に含まれる金属、ガラス、プラスチックなどの材料を回収・再利用すること ・以下の物質を含む素子・部品は単独で取外し、分別収集すること (1)ディスプレイ・テレビの陰極線管 (2)表面積が 100c ㎡を上回る影響ディスプレイおよび期待放電ランプ		

	(3)表面積が 10ｃ㎡を上回るプリント基板 (4)ポリ臭化ビフェニール、またはポリ臭化ビフェニルエーテルといった難燃剤を含むプラスチックの電線・ケーブル、機械フレームなど (5)ポリ塩化ビフェニールを含むコンデンサーおよび水銀を含む部品 (6)ニッケルカドミウム電池、リチウム電池など (7)廃冷蔵庫、エアコンおよびその他冷媒装置のコンプレッサーの中の冷媒剤と潤滑油 処理 ・廃棄家電・電子製品から分解した各種電池（蓄電池、充電池、ボタン電池）の処理・処置は『廃電池汚染防止技術政策』および関連規定、基準要件に従うこと ・露天、または環境保全措置を講じていない簡単な焼却炉における電線・ケーブルの焼却による銅、アルミニウムなどの金属の回収を禁止する 処置 ・廃棄家電・電子製品の再利用率の工場、資源の節約を図るために、経済的に理にかなっており、技術的に実行可能な状況下において、再使用と再利用を優先的に考慮し、その後に焼却または埋め立て処置を考慮すること ・廃棄家電・電子製品の処理過程で発生する各種危険廃棄物または残余物は焼却、埋め立てあるいはその他の適当な方式によって処置し、廃水、排ガスの排出については、関連の環境保全基準要件を満たさなければならない

各種資料より矢野経済研究所作成

「廃棄電池汚染防止技術政策」概要

総則	廃棄電池の環境管理と措置処理を指導し資源再生技術を発展させ、廃棄電池の処理措置と資源再生のための行為を規範化し、環境汚染を防止し、社会と経済の持続可能な発展を推進するため、「中華人民共和国固形廃棄物汚染廃止法」など、関連の法律・法規・政策・基準に基づいて、当技術政策を策定する
対象物	・使用価値を失って廃棄された各種の使い捨て電池、充電式電池 ・使用価値を失って廃棄された鉛酸蓄電池および他の蓄電池 ・使用価値を失って廃棄された各種電気器具に使用する専用ユニット電池、およびその中の電池単体 ・上記各種電池の生産・輸送・販売の家庭において産出する不合格製品、廃棄処分製品、期限切れ製品 ・上記各種電池の生産過程において排出する混合廃棄物 ・他の廃棄された科学電源
適用範囲	・廃棄電池の分別収集、輸送、リサイクル、保管、処理、処分など環境汚染防止の全過

	程における技術選択に適用する。 また、相応施設の企画・立案・選定・設計・施工・運営・管理を指導し、関連産業の発展を誘導する
収集	・廃棄電池収集の充電は、カドミウム・ニッケル電池、Ni-MH、LiB、鉛酸蓄電池など廃棄された充電式電池、および酸化銀など廃棄ボタン型使い捨て電池である。 ・下記の事業者が廃棄充電式電池の回収責任を担当すべきである。 電池メーカー、輸入業者、充電式電池を使用するメーカー、自社所有の商標を使用する充電式電池を他のメーカーに委託生産させるメーカー ・上記の事業者は、自社製品の販売ルートにしたがって廃棄電池の回収システムの確立を指導・組織すべきである。 あるいは、関連の回収業者に委託して効果的な回収を実施すべきである。 ・電池や電池を使用する電気製品を取り扱う販売業者は、その販売地点に廃棄電池の分別回収施設を設置して回収するとともに、関係基準に従って、顕著な標識を設置すべきである。 ・回収後の大量の廃棄電池は、分類して相応の資格を有する工場に送り、リサイクルあるいは無害化処理を実施することとする。 ・廃棄電池の収集包装は、分類標識のある専用の収集装置を使用すべきである。
運搬	・廃棄電池は、その種類に基づいて国家基準に適合する専門の陽気を用いて分別収集して輸送する。 ・廃棄電池を保管・装填・輸送する容器は、廃棄電池の正常に基づいて、破損・変形を少なくする設計を考案し、浸透・漏えい・拡散を効果的に防止する材料を選択すべきである。廃棄電池を装填した容器は国家基準の要求にしたがって分類標識を貼り付けるべきである。 ・廃棄電池を包装・輸送する以前および輸送過程では、廃棄電池の構造が完全であることを保証し、廃棄電池の破損を防止し、電池内部の有害成分の漏えい汚染を回避すべきである。 ・危険廃棄物に属する廃棄電池の国外への移転は、「有害廃棄物の国境を越える移動およびその処分の規制に関するバーゼル条約」の要求を遵守すべきである。大量廃棄電池の国内での移転は、「危険廃棄物移転の綴り証票管理方法」および他の関連規定を遵守すべきである。 ・各級環境保全行政主幹部門は、国と地方が策定した危険廃棄物移転の管理方法に従って、大量の廃棄電池の流動方向を効果的に測定し、移転過程において廃棄電池を自然環境に廃棄することを禁止すべきである。
保管	・本政策で称する廃棄電池保管とは、大量廃棄電池の収集・輸送・およびリサイクルの過程、それに処理処分以前の保存行為の事を指す。これには、廃棄電池処理処分方式

	を確定する以前の臨時体積も含まれる。 ・大量廃棄電池の保管施設は「危険廃棄物貯蔵汚染制御基準」の関連要求を参照として建設かつ管理すべきである。 ・廃棄電池が雨水にさらされることを回避するため、廃棄電池を露天に放置することを禁ずる。
リサイクル	・廃棄電池のリサイクル工場は、廃棄電池の回収処理を主とすべきである。 ・廃棄電池のリサイクル施設の建設は、十分な技術的かつ経済的検証を経た上で、施設運行が環境に対して二次汚染をもたらさないこと、経済的かつ効果的に資源を回収できることを保証すべきである。 ・電池のリサイクル工場は、危険廃棄物総合利用施設の要求によって管理すべきであり、また、危険廃棄物経営許可証を獲得した後ではじめて運行を開始することが可能となる。 ・いかなる廃棄電池のリサイクル工場の生産過程においても、水銀・カドミウム・鉛・亜鉛・ニッケルなど有害成分の回収量と安全処理・安全処分の総量が、処理する廃棄電池に含有されるこれら有害成分総量の 95%を下回らないようにすべきである。 ・燃焼製錬工程を利用する廃棄電池のリサイクルは、その工程において密封負圧の下で実施し、有害ガスと粉塵の漏洩を防止し、収集したガスを処理し、基準達成後に排出すべきである。 ・湿式製錬工程を利用する廃棄電池のリサイクルは、その工程において閉鎖式構築物の中で実施し、産出したガスを除湿浄化し、基準達成後に排出すべきである。 ・廃棄電池によるリサイクルの科学技術研究を繰り広げ、経済的かつ高効率の廃棄電池リサイクル工程を開発し、廃棄電池のリサイクル率を向上することを奨励する。
処理処分	・収集した各種廃棄電池を焼却処理することを禁止する ・廃棄電池の埋め立て処分と埋め立て以前の仮定、および保管の仮定では、廃棄電池の外殻完備を保証するとともに、有害物質の漏えいを防止するため、廃棄電池を分解・破砕・軋轢しないようにすべきである。

各種資料より矢野経済研究所作成

そのような中、「廃棄電気・電子製品回収処理に関する管理条例」が 2009 年に公布、2011 年 1 月より施行された。本条例において、国は廃電気・電子製品に対し、多ルートによる回収、集中処理制度を実施するとした。また、同製品の回収処理に対して資格許可制度を導入、区を設けている市級人民政府環境保全主管部門による認可を受けた企業が廃電気・電子製品回収処理を行うとしており、無資格で処理を行った場合には罰則が与えられること等が明記されている。

2. 家電関連 LiB リサイクル現状

2-1. 家電関連リサイクル法令

中国では「電子情報製品廃棄物による環境汚染の抑制および削減を行い、汚染の少ない電子情報製品の生産、販売を促進するため」、2006 年に電子情報製品汚染規則管理弁法（通称「中国版 RoHS」）が公布された。これにより、家電メーカーや輸入業者は廃棄段階での環境汚染防止に配慮した製品の製造が必要となった。

電子情報製品汚染規制管理弁法（通称「中国版 RoHS」）

公布	2006 年 2 月 28 日
施行	2007 年 3 月 1 日
目的	電子情報製品廃棄物による環境汚染の抑制および削減を行い、汚染の少ない電子情報製品の生産、販売を促進するため。 環境と人々の健康を保護し、「中華人民共和国クリーン生産促進法」、「中華人民共和国固体廃棄物の環境汚染対策法」およびその他の法律や行政法規に基づく
法適用の範囲	中華人民共和国内での生産と輸入を行う電子情報製品へ適用する。ただし、輸出製品の生産行為には適用しない。
電子情報製品の定義	電子情報技術を使用して製造される電子レーダー製品、電子通信製品、ラジオ、テレビ、コンピュータ、家庭用電子製品、電子機器、電子専用製品、電子ユニット・部品、電池、電子応用の製品とその付随製品を指す
規制対象製品（電池）	①アルカリ蓄電池 ボタン型ニカド電池、ニッケル水素蓄電池 ②LiB 液体リチウムイオン蓄電池　、重合物リチウムイオン蓄電池（ポリマーLiB)、その他リチウム蓄電池 ③予備電池 銀活性化電池、熱電池（サーマル電池)、鉛活性化電池、マグネシウム予備電池、その他予備電池 ④物理電池 シリコン太陽電池、ガリウム砒素太陽電池、その他太陽電池、温度差発電器 ⑤物理 科学電源エネルギー電源システム ⑥蓄電池用充電器 ⑦電池用部材

<table>
<tr><td></td><td>・泡沫ニッケル、繊維ニッケル部材
・Ni-MH 用負極部材
・LiB 用部材
・その他電池部材</td></tr>
<tr><td>有害物質、元素</td><td>電子情報製品に含まれる以下の物質を有害物質あるいは元素とする
・鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテル、国家が規定するその有害物質、元素</td></tr>
<tr><td>電子情報製品への表示</td><td>
<table>
<tr><td></td><td>有害物質が規制値を超えて含有</td><td>非含有または規制値以下</td></tr>
<tr><td>対象外</td><td colspan="2">対応義務なし（包装については包装リサイクル標識に従う）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">STEP1
(2007 年 3 月 1 日～)

対象品
重点管理品外

標識表示の詳細は中国発行の表示規定に従う</td><td>①標識を本体または説明書に表示（園内に環境保護使用期限を記す
図の「10」は 10 年の環境保護使用期限を表す
②含有する有害物質名と含有量（○、×）を説明書に提示
③生産年月日を本体または製品販売用の包装材に表示</td><td>標識を本体または説明書に表示</td></tr>
<tr><td colspan="2">包装物に包装材料コードを表示
・包装リサイクル標識（GB18455-2001）に従う</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>対象有害物質と規制値</td><td>・鉛 0.1%
・水銀 0.1%
・カドミウム 0.01%
・六価クロム 0.1%
・ポリ臭化ビフェニルエーテル 0.1%
・ポリ臭化ジフェニルエーテル 0.1%</td></tr>
</table>

出所：各種資料より矢野経済研究所作成

また、廃棄電器電子製品の回収処理を規範化し、環境保護や循環経済の促進を図ること

を目的として、2011 年に「中国版家電リサイクル法」や「中国版 WEEE」とも呼ばれる「廃棄電気・電子製品回収処理に関する管理条例」が施行された。この中で家電 5 品目（テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、PC）のリサイクルが義務化され、回収処理には市レベルの許可が必要になること、無資格で処理を行った場合には罰則が与えられること等が明記されている。

本条例では、廃家電 5 品目について回収処理業者が消費者から有償で引き取ることとされている。家電メーカーおよび輸入者は直接的に処理義務を負わない代わりに費用面の義務を負うとされ、本条例に基づき設置される「廃棄電器・電子製品処理基金」へ拠出することが必要となる。この基金の中から実際の処理を行う業者に対して「解体補助金」が支給されることとなる。ただ、基金への拠出金額や処理業者への補助金支給額などについては、同法施行後決定される予定とのことであったが、法施行後から 1 年以上経過した 2012 年 2 月時点でも決定されていない。

なお、本条例における廃電気・電子製品回収処理作業とは「製品の解体、その中からの物質の抽出、原材料あるいは燃料に使用し、廃電気電子製品の物理的・化学的特性を変える方法で発生した廃電気･電子製品の数量を減少し、その有害成分を削減もしくは除去し、最後にこれを環境保全要求に合致する埋立て処分場に置く作業」のことを指す。この中には製品の補修、再生および補修や再生後に中古品として再利用するための作業は含まれていない。

廃電気・電子製品回収処理に関する管理条例

公布	2009 年 2 月 25 日	施行	2011 年 1 月 1 日
公布機関	国務院		
目的	・廃電気・電子製品回収処理作業を規範化し、資源の総合的利用および循環経済の発展を促進し、環境を保護し国民の健康を保証すること		
対象製品	テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、PC		
概要	生産・輸入 ・電気・電子製品の生産や輸入する場合、国の電気・電子製品汚染規制に関する規定に従い、資源の総合的利用や無害化処理の設計案を最小氏、無毒、無公害もしくは低公害またはリサイクルしやすい材料を使用しなければならない。 回収・処理 ・国による廃電気・電子製品の多ルート、集中回収制度の実施 ・国は電気・電子製品の生産者が自らもしくは販売者、補修･アフターサービス部門、廃電気･電子製品回収業者に委託して製品を回収することを奨励する。		

	・電気・電子製品の販売者、補修・アフターサービス部門は営業場所の目立つ位置に、廃電気・電子製品回収処理の警告情報を明記しなければならない。 ・廃電気・電子製品処理に対し資格許可制度を導入（審査・認可は市級人民政府環境保全主幹部門） →無許可で活動を行った者については商工行政管理機関が「無免許経営処罰取締弁法」に基づき、処罰する。 環境保全主管部門が究明できた場合、県級以上の人民政府環境保全部門が営業停止、閉鎖を命じ、違法所得を没収の上、5 万元以上 50 万元以下の罰金に処する。 資格取得の条件 ・整備された処理施設を有すること ・完全な処理をできない製品に対しては適正利用もしくは対策案を有すること ・製品に合わせた分別、包装、その他の設備を有すること ・安全・品質と環境保全に係る専門技術者を有すること ・国が廃電気・電子製品処理基金を設立、回収処理費用の補助金として用いる。 基金の納付義務は製品の生産者、輸入者（代理人） ・回収された製品は処理資格のある処理企業が処理する。廃電気・電子製品回収業者が回収した製品の処理を行う場合も処理資格を取得しなければならない。資格を有していない場合には、資格を取得している企業に対して回収した製品の処理を依頼しなければならない。 ・廃電気・電子製品を処理する場合には、資源の総合的利用、環境保全、労働安全、人体健康の保障に関する国の要求に合致しなければならない。 ・国が淘汰することを明文化した技術やプロセスで廃電気・電子製品の処理を行うことを禁止する

各種資料より矢野経済研究所作成

2-2. 家電用 LiB リサイクル業者等

2-2-1. リサイクル方法

家電の中で LiB の使用量が最も多くなっている携帯電話のリサイクルについては「通信用 LiB 回収処理要求」が発布されている。その中では、電池製造から収集、運搬、保存、処理の各段階において具体的な処理規定が記されている。まず、製造段階において LiB のラベルを貼り付け、使用済みとなったものについては収集・運搬段階での安全面の確保が要求されている。その後の処理段階に関しては、LiB の解体から電極体の分解、電解液・正極板・負極板・セパレータの処理に至るまでの方法が規定されており、基本的にこの内容に基づいて LiB の処理がされることとなる。その中で有価金属を行う精錬工程についてはリサイクルを行っている企業が技術開発を積極的に行っている。

「通信用 LiB の回収処理要求」において規定されている処理方法概要

工程	具体的な処理規定
製造段階	・中国語または英語による"LiB"ラベルの貼り付け ・分解しやすい構造で、説明書に使用・廃棄方法などの提示が必要（例：廃棄前の完全放電）
収集	・安全な収集容器と収集方法が必要
運搬	・運搬仮定における保全措置を考慮した包装が必要 ・汚染防止のため、破砕等の行為は禁止 ・電池の保管・運搬用の容器に関しては、破損、変形しにくい構造、有害物質の漏れ・拡散を防ぐためのラベル、安全措置等が必要
保存	・雨や水で濡れる場所、直射日光、高温を避けて保存 ・保存過程中の破砕、解体は禁止
処理	・金属回収については、実際の条件と技術で回収方法を選択する
	LiB 解体 ・LiB をケースおよび保護回路、タブ、リード、PTC 素子、電極体に解体した上でそれぞれの特徴に応じた処理を行う。
	部品の選別・回収 ・保護回路およびリード、タブなどは、主に電子部品再利用および金属、プラスチックなどの選別をして回収する。磁力選別、篩分け、または渦電流等の方法でプラスチック、金属を完全に分離する。精錬工程で、金、銀、銅、鉛、アルミニウム、コバルトなどの金属を分離する。
	電極体の分解

	・LiB の電極体を分離する場合、アルミニウムまたはステンレスケース、アルミプラスチック複合フィルムに対して集中回収処理を行う必要がある。 アルミプラスチック複合包装のリチウムイオンポリマー電池に対しては、まずはアルミタブとニッケルタブを区分して再処理する。電解液および正極板、負極板、セパレータは別々に処理する。
	電解液の処理 ・使用済み LiB の有機電解液を分離する。電解液は有価物の抽出製錬再利用または燃料に分離するという方法で処理する。
	正極板、負極板の処理 ・必要であれば、電解液が吸着された LiB 電池の正極板、負極板に対して清浄作業という前処理を行う。極板の表面に塗着された正極材、負極材を板からはがして単独処理をおこなう。正極板、負極板中の金属は化学薬品浸出法で回収可能。板から金属アルミおよび銅が得られ、金属または金属合成物、炭粉なども精錬可能。
	セパレータの処理 ・セパレータは単独で回収処理をしなければならない。

各種資料より矢野経済研究所作成

2-2-2. リサイクル業者

中国においては廃家電に使用されていた LiB をリサイクルが存在している。その中のいくつかの企業に対してヒアリングを実施した。今後、年間処理能力や電池回収量の増大を目指すという企業が多く、今後市場が拡大していくものと見て、事業拡大を図る企業が多くなっているようである。

■佛山市邦普循環科技有限公司

同社では広東省や江蘇省といった地域において家電関連電池の回収体系を構築しているが、回収量は少なく、主に深圳市比亜迪鋰電池有限公司など電池メーカーが排出する電池の処理を行っている。

廃電池を処理したことで得られたニッケル、コバルト酸化物の前駆体、ニッケルコバルトマンガンリチウム正極材、超細コバルト粉、超細ニッケル粉などは主に電池メーカーに販売している。

■深圳市格林美高新技術股分有限公司

同社は廃コバルトニッケル資源を回収および利用し、超細コバルトニッケル粉製品の生産、販売を行っている。2010 年の売上高は 570,004 千元である。現在、湖北省の荆門市にも回収処理会社を設けており、今後 2 年以内に深圳、武漢、南昌、広州など 20 都市で廃電池回収ネットワークを構築し、自社の回収体系を整えるこれらの回収ネットワークによる廃電池回収量を年間で 50,000 トン以上に拡大する計画としている。また、コバルトニッケル廃棄資源回収利用生産ラインを新設（年間処理能力 20,000 トン）し、金属粉末生産能力を拡大する。

同社では深圳市の学校や公園などに回収ボックスを設置して、定期的に回収を行っており、その中で回収された電池の処理がほとんどとなっている。同社では、廃電池からニッケル、コバルト、銅などの有色金属粉末製品を精製している。これら製品の納入先は非鉄金属製造業者の株洲硬質合金集団有限公司、自貢硬質合金有限公司、南昌硬質合金有限責任公司や株洲鑚石切削刀具股分有限公司、済南冶金研究所などが挙げられる。

現状、多くの地域で回収体系が整っておらず、政府が廃電池回収の宣伝強化を行い、国民全体の環境保全意識を向上させることを期待している

■深圳市泰力廃旧電池回收技術有限公司

同社は主に廃電池（ニッケル電池、ニッカド電池、LiB、鉛蓄電池、アルカリ電池など）の回収、処理を行っている。また、廃電池の処理方法には加熱法、溶媒抽出法がある。

今後、同社は回収ネットワークを整備することで自動車用を含む廃電池の回収量の拡大を図るとともに、3年後に廃電池の年間処理能力を10,000トンにすることを計画している。

現段階で車載用電池の回収市場はまだ形成されていないが、市場形成を待つのではなく、業界をリードする立場となるために、積極的に電池回収規格の作成に取り組んでいる。

同社では自動車用電池の使用期間は3～4年程度と見ている。また、同社は自動車用電池回収の認定規格を作成する計画があり、団地や小売業者、企業政府機関などが共同して、回収拠点を設置することを期待している。

同社における LiB の回収処理工程は佛山市邦普循環科技有限公司が採用しているものと同じ方法であるが、現在、大学などと連携し処理技術を研究開発している。

■北京華星集団環保産業発展有限公司

廃家電製品のリサイクル資格を有しており、現在、主にテレビや冷蔵庫、洗濯機などの回収、処理を行っている。現在のところ、コンピューターや携帯電話の回収量が少ないため、保管して数量を貯めようとしている。今後、保管量が増加するにつれ、コンピューターおよび携帯電話の解体作業を行った上で、電池を環境保護局指定処理業者の「北京生態島科技有限公司」に輸送して処理する予定である。

2-3. 家電用 LiB リサイクル展望

中国では、国の家電買い替え補助策を受け、より高品質な製品への置き換えが進んでおり、今後も廃家電の発生増大が見込まれている。また、先述したように、2011 年 1 月、「廃棄電器・電子製品回収処理管理条例」が施行され、廃家電 5 品目（テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、PC）のリサイクルが義務化されたことから、家電の回収量についても高い伸びが見込まれる。

そのような中、パナソニック、DOWA ホールディングス、住友商事、杭州大地環保有限公司の 4 社は中国浙江省杭州市に合弁会社「杭州パナソニック大地同和頂峰資源循環有限会社」を設立することで合意した。日本の家電メーカーによる中国の家電リサイクル事業への進出は初めてとなる。条例に則った廃家電の回収・解体処理・資源売却の事業を行うことを目的とし、中国における先進家電リサイクルモデル企業を目指すとしており、2012 年春ごろから本格的な稼動を開始する予定となっている。杭州パナソニック大地では、「上記 5 品目を対象に、廃家電を回収業者等から買い入れ、自社工場にて先進のリサイクル技術・設備を活用して解体処理を行い、取り出した資源を製錬会社、樹脂再生業者、メーカーなどへ提供する。」としている。

しかしながら、浙江省にはすでにハイアールなどの現地大手家電メーカーが家電リサイクル会社を設立しており、そのような企業との仕入競争をしなければならない。また、罰則付きの条例が施行されているとはいえ、いまだに回収許可を持っていない状態で消費者から買いつける個人業者も存在しているようである。杭州パナソニック大地では 3 年後の 2015 年には年間 100 万台程度の家電の処理を予定しているとのことであるが、このような業者と家電と奪い合いになることも予想される。このように、リサイクル業者も多い中で採算性が成り立つだけの回収量を確保できるのかということが中国における家電リサイクルの鍵を握ることとなる。

「杭州パナソニック大地同和頂峰資源循環有限会社」概要

設立	2011 年 11 月	操業開始	2012 年 1 月（9 月に延期？）
所在地	浙江省杭州市	資本金	85 百万元
出資比率	・杭州大地環保有限公司：35% ・パナソニックチャイナ（有）：35% ・DOWA エコシステム（株）：18% ・住友商事（株）：12%		
事業内容	浙江省における、廃家電 5 品目（テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、PC）の回収、解体処理および資源売却		

従業員	約 140 名(2012 年操業開始時)
年間処理量	設立後 3 年（2015 年）で約 100 万台を予定

出所：DOWA エコシステム株式会社 HP

「杭州パナソニック大地同和頂峰資源循環有限会社」出資企業の役割

企業名	役割
パナソニックグループ	・日本国内のリサイクル事業で培った、先進リサイクル技術の活用 ・設備調達に関する情報収集 ・生産管理・職場環境改善に関する情報収集
杭州大地	・関連法令情報ほか、市場情報（回収業者・資源関連業者等）の収集 ・政府当局との折衝（諸種許認可取得等） ・廃棄電気電子製品回収量確保のための回収システム・ルートの構築
DOWA グループ	・日本や中国の事業経験・知見を活かした、高効率なリサイクル工場運営 ・設備調達に関する情報収集
住友商事	・リサイクルに関する国際的情報収集 ・資源売却に関する有用情報（市場動向・価格等）の収集 ・豊富な中国での事業経験で蓄積した事業運営ノウハウの活用

出所：DOWA エコシステム株式会社 HP

先述したように「廃棄電器・電子製品回収処理管理条例」はリサイクル業者が消費者から廃家電 5 品目について有償で買い取ることが特徴となっている。同条例では、「廃棄電器・電子製品処理基金」を設立し、この中から処理業者に対して「解体補助金」を支給するとしている。この基金は家電メーカーおよび輸入者が拠出義務を負うとされており、これら業者は直接的に処理義務を負わない代わりに処理料金の拠出が求められることとなる。その拠出金額や処理業者への補助金支給額などについては、同法施行後決定される予定であるとのことだったが、法施行後から 1 年以上経過した 2012 年 2 月時点でも決定されていない。そのため、現時点では処理業者が具体的な支給内容と支給開始日の決定を待つ状況となっているようである。

許可を取得して合法的に処理を行っているリサイクル業者の採算性向上や適正処理割合の増加につなげるためには、この補助制度の早めの整備と実施が必要となる。中国における家電の適正処理については、この採算性が今後の大きなポイントとなるであろう。

2-4. ELV-LiB リサイクル技術転用の可能性および条件

廃家電に使用されていた LiB のリサイクルにおける有力業者の 1 社として佛山市邦普循環科技有限公司を紹介した。同社では比較的早い段階で電池のリサイクル技術の開発に取り組み、2006 年ごろから LiB のリサイクル技術を取得している。その中で、2011 年に早くも車載用 LiB リサイクルに関する特許を取得していることを考慮すると、中国の企業が有する家電用 LiB のリサイクル技術は基本的には車載用への転用が可能と考えられる。

ただ、車載用 LiB については家電用などと比較して非常に大きい。そのため、車載用バッテリーをリサイクルするためにはモジュールやセルの状態にまで安全に解体する技術、もしくはパックのまま投入できる大きさの炉が必要になる。前者であれば手作業による手間がかかるため、そのための人員もしくはそのような解体設備を有する企業に前処理を依頼することが必要となる。一方、後者の場合には、炉の中で電池が熱せられることにより爆発が発生するため、小さな炉では危険が生じる。したがって、安全に処理するためには相応の大きな炉が必要となる。

中国においては ELV-LiB の回収量はしばらくの間はごくわずかであると見込まれる。そのため、LiB をリサイクルする企業としては、政府からの補助金支給という可能性もあるが、本格的に回収量が増えたときにイニシアチブを握ることができるように採算を無視して行うことになるという可能性も高い。その中で、解体のための人員や車載用 LiB を安全に処理できるだけの大きな炉を有することのできる企業となると、比較的大規模な企業に絞られる可能性が高いと言えよう。

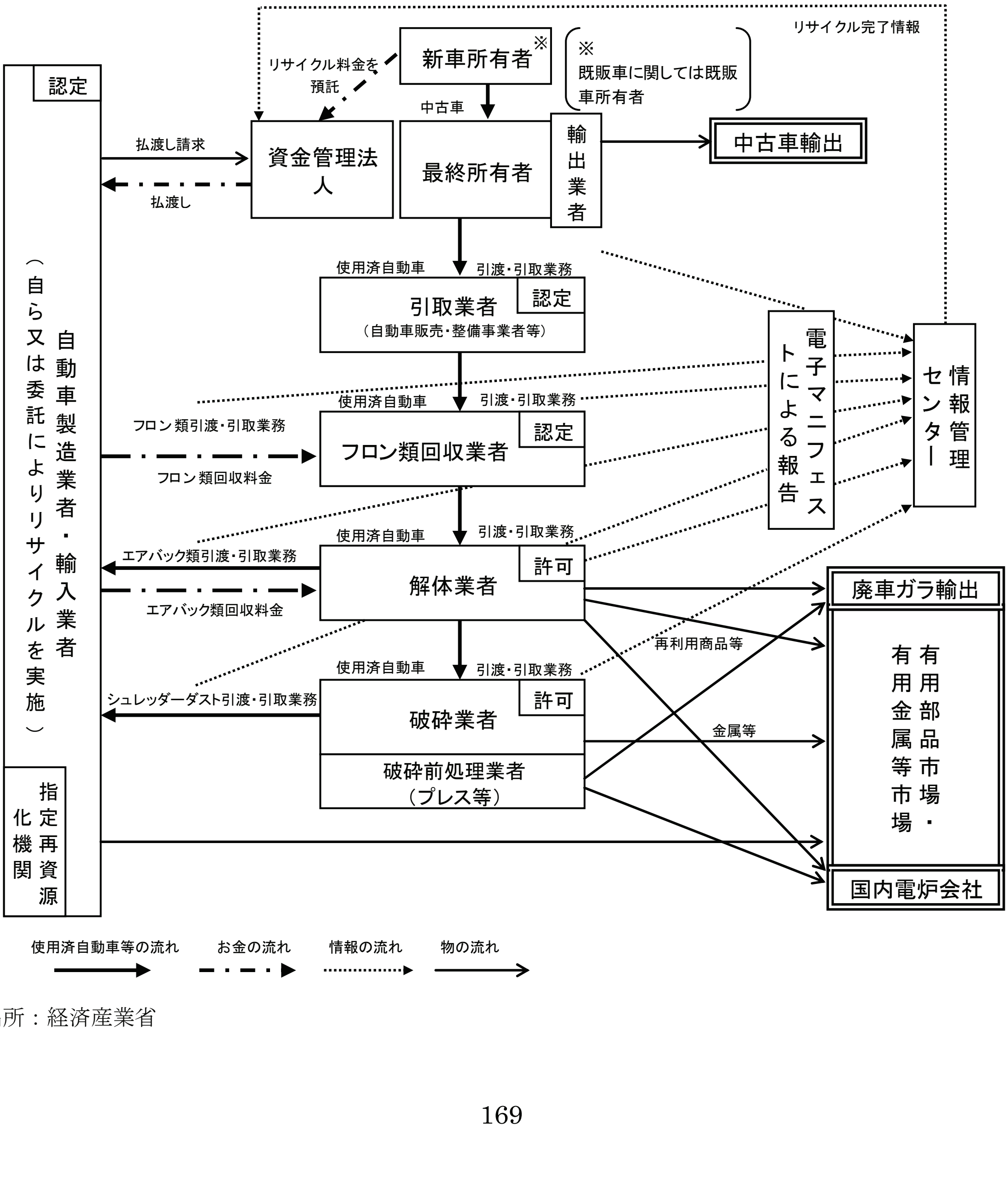
3. 国内に於ける ELV-LiB リユースの取組み

3-1. 解体業者に於ける取組み

3-1-1. ELV-LiB 回収状況

日本国内では LiB を搭載した自動車に限らず、使用済みとなり解体工程へ引き渡された全ての自動車は、「ELV の再資源化等に関する法律（以下、自動車リサイクル法）」に基づき都道府県知事または保健所設置所長の許可取得した解体業者がまず引取り、処理が実施される。その解体業の許可を所得している事業所数は 2010 年 3 月末時点で 5,879 となり、LiB を搭載した EV 等もこれら解体業所の元へ入庫することになる。

自動車リサイクル法の概念図



出所：経済産業省

解体業許可数

	2005 年度	2006 年度	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度
解体業事業所数	6,251	6,505	6,654	6,691	5,963	5,879

※同一事業者が複数の自治体において事業所登録・許可を受けている場合は、各々の自治体によってカウントしている

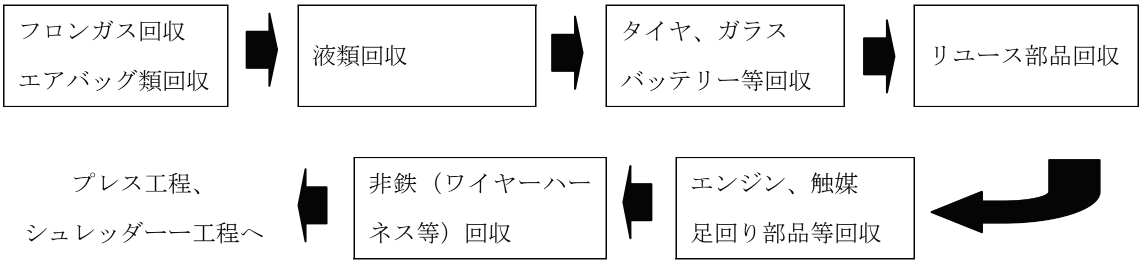
出所：経済産業省

解体業者では入庫した ELV から事前回収部品に指定されている「鉛蓄電池、タイヤ、廃油および室内照明用の蛍光灯」を回収するほか、中古部品等として流通可能な内外装部品、鉄スクラップ用としてエンジンおよび足回り部品、非鉄スクラップ用としてワイヤーハーネスおよび触媒などを取外し、販売を行っている。部品等を回収した後の車台（通常、廃車ガラと呼ばれる）についてはプレス業者やシュレッダー業者に引き渡され、さらに鉄、非鉄スクラップが選別なされ、再資源化されるというのが一般的な解体工程となる。

事前回収物品

解体工程で回収を行なうことが資源の有効利用に資することに加え、解体工程で回収しない場合には、その後の破砕工程での再資源化が困難となり、ASR（自動車破砕残さ）の量が増加し、また、技術的に ASR のリサイクルが困難となるため、鉛蓄電池、タイヤ、廃油および室内照明用の蛍光灯を解体工程での回収と義務付けている

一般的な解体工程



※ 解体業者によって作業順番は前後する

なお、事前回収物品に車載用の LiB と Ni-MH を追加するという省令案が 2011 年 11 月 29 日に経済産業省および環境省から出されている。この省令案によって、解体業者には LiB および Ni-MH も ELV から回収し、それを技術的かつ経済的に可能な範囲で、再資源化を自ら行なうか、又は当該再資源化を業として行なうことができる者に引き渡す義務が課せられることになっている。

ELV の再資源化等に関する法律施行規則の一部改正理由

LiB は可燃性の電解液を使用しているため、破砕時に破裂・発火の危険性があり、また Ni-MH もアルカリ性の電解液を使用しており、破砕時の作業安全上の危険性を否定できないということから制度上確実な回収を明確化する必要がある。

出所：経済産業省

その ELV 由来の LiB および Ni-MH については、既に搭載車種を販売する自動車メーカーが自主的に回収ルートを構築しており再資源化先となっている。自動車メーカーでは、高電圧である LiB、Ni-MH が不適切に処理された場合、発火や感電の危険性があるため、解体業者に対して回収マニュアルを配布している。また販売先等での事故可能性から転売、譲渡、改造を認めていなく、電池に含まれている有用金属をリサイクルするために自動車メーカーへの引渡しを要請している。

現在、今回調査対象としている LiB を搭載した自動車を販売しているのは、2009 年 7 月に EV「i-MiEV」を発売した三菱自動車工業、2010 年 12 月に同じく EV「リーフ」を発売した日産自動車、また HV については、2009 年 11 月に日産自動車から「フーガ ハイブリッド」、2011 年 5 月、トヨタ自動車から「プリウスα（7 人乗り）」および 2012 年 1 月に PHEV である「プリウス PHEV」がそれぞれ発売されている。

LiB 搭載自動車

HV	EV
・フーガハイブリッド（日産自動車）	・i-MiEV（三菱自動車工業）
・プリウスα 7 人乗（トヨタ自動車）	・リーフ（日産自動車）
・プリウス PHEV（トヨタ自動車）	・MINICAB-MiEV（三菱自動車工業）

LiB は上記のように事前回収物品となっているわけであるが、自動車メーカー等の再資源化業者に引き渡すか、自ら再資源化を行なうかの規定はなく、その判断は回収する解体業者に委ねられている。

ただ LiB を搭載した最初の量産車「i-MiEV」が発売されたのが 2009 年 7 月であり、まだ発売後 3 年にも満たないことになる。国内で解体処理される自動車の平均使用年数は 2010 年度で 13.2 年となっているので、単純に言えば、「i-MiEV」が ELV となって解体工程に回るのは少なくても 2023 年以降ということになる。

引取車台の平均使用年数推移

	04年度	05年度	06年度	07年度	08年度	09年度	10年度
平均使用年数(年)	11.4	12.0	12.4	12.9	13.0	13.5	13.2

＊2007年度より平均使用年数表示を当該年度の期中平均値に変更（以前は当該年度末時点の値を表示）

出所：自動車リサイクル促進センター

もちろん、事故等によって、自動車の平均使用年数以前に解体処理されることも考えられ、また「i-MiEV」以前に生産台数を限定して発売されたLiB搭載車も存在している。

そこでEV（PHEV含む）の保有および販売統計から年度ごとの使用済みとなったEVの台数を推計すると下表のようになる。2010年度で言えば43台のEVがELVとなったと推計され、同じく2010年度のEVの保有台数がおよそ9千台であるので、0.5%弱の廃車率ということになる。国内全体の廃車率は7,500万台の保有台数に対しておよそ400万台（解体工程引取件数）が解体処理されているので、廃車率としては5%強となり、EVは廃車率から見ても極僅かということになる。

使用済EV台数推計　　　　単位：台

	05年度	06年度	07年度	08年度	09年度	10年度
廃車台数推計	230	156	146	77	76	43

＊ELV発生台数推計 ＝ 前年末保有台数 ＋ 当年新車販売台数 － 当年末保有台数

上記ELVは登録が抹消された台数であり、解体処理される車台以外にも中古車市場の商品の在庫増加分（税制の関係上一時抹消登録されるもの）と輸出中古車が含まれている

EV保有台数統計　　　　単位：台

		04年度	05年度	06年度	07年度	08年度	09年度	10年度
PHEV	保有	0	0	0	0	0	165	379
	販売	0	0	0	0	0	165	214
EV	保有	861	634	493	409	378	1,930	9,014
	販売	24	3	15	62	46	1,628	7,127
合計	保有	861	634	493	409	379	2,095	9,393
	販売	24	3	15	62	46	1,793	7,341

※特殊車、原付自転車は含まず

出所：次世代自動車振興センター

解体工程引取件数　単位：千件

	05年度	06年度	07年度	08年度	09年度	10年度
引取件数	3,167	3,739	3,868	3,717	4,076	3,834

出所：自動車リサイクル促進センター

なお上記使用済 EV については LiB 以外の電池を搭載しているもの、解体処理されず、輸出されたもの等も含まれており、いずれにしても現状、解体処理されている EV はほんの僅かであることに変わりはない。また HV の一部タイプにも LiB が搭載されてはいるが、それらの車種が発売されたのも 2009 年後半となっているので、EV と同様の状況となる。

本調査でも、全国の解体業者に対して「LiB 搭載車両の解体処理経験」有無についてアンケートを実施したが、2011 年（2011 年 1 月～12 月）に LiB を搭載した車両を処理したという業者はこちらも存在しないという結果となっている。

3-1-2. ELV-LiB リユースへの取組み

前項で述べたように、今のところLiBを搭載した車両が使用済みとなることはほぼなく、自動車メーカー等で回収された LiB もほぼない状況となっている。したがってどのような目的で解体業者が LiB を回収するかの判断はもう少し先となる。

ただ CO_2 排出量削減等の必要から各自動車メーカーではLiBを搭載したEV、HV等の開発を強化しており、販売台数に占める割合も今後増えていくことが見込まれている。

経済産業省が 2010 年 4 月に発表した「次世代自動車戦略 2010」によれば、2020 年における次世代自動車が乗用車新車販売に占める割合は民間努力ケースで 20%に対し、政府目標は最大 50%と設定されている。もちろんこの目標実現のためには、政府による積極的なインセンティブ施策が前提とされてはいるが、その施策如何によっては、近い将来、大量の使用済 LiB が発生することになる。

次世代自動車普及見通し

		2020年		2030年	
		民間努力	政府目標	民間努力	政府目標
従来車		80%以上	50～80%	60～70%	30～50%
次世代自動車		20%未満	20～50%	30～40%	50～70%
	HV	10～15%	20～30%	20～30%	30～40%
	EV・PHEV	5～10%	15～20%	10～20%	20～30%
	FCV	僅か	～1%	1%	～3%
	ｸﾘｰﾝﾃﾞｨｰｾﾞﾙ	僅か	～5%	～5%	5～10%

出所：経済産業省

なお LiB よりも搭載が早かった Ni-MH が搭載されている HV については、1997 年 10 月にトヨタ自動車が最初の量産型 HV「プリウス」を発売している。既に発売後 14 年以上が過ぎ、引取車台の平均使用年数（13.2 年）も上回っている状況であり、解体処理される HV は年々増加している。

次頁表で HV の保有台数と販売台数から導き出される ELV 台数を推計すると、2010 年度では 1.5 万台弱が発生したものと算出される。

しかし上記台数にはEVの廃車推計と同様に中古車として輸出されるものと、一時抹消登録された中古車の在庫増加分が含まれているので、実際に解体処理されている HV はこれよりも少なくなる。

HV 販売および保有統計推移　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　単位：台

	04 年度	05 年度	06 年度	07 年度	08 年度	09 年度	10 年度
HV 保有	196,770	256,644	342,657	427,912	534,359	980,960	1,414,936
HV 販売	66,581	62,411	90,293	90,480	112,336	453,251	448,619
推定廃車台数	−	2,537	4,280	5,225	5,889	6,650	14,643

※ELV 推計方法

ELV 発生台数 ＝ 前年末保有台数 ＋ 当年新車販売台数 － 当年末保有台数

上記 ELV は登録が抹消された台数であり、解体処理される車台以外にも中古車市場の商品の在庫増加分（税制の関係上一時抹消登録されるもの）と輸出中古車が含まれている

出所：次世代自動車振興センター

一方、解体業者が ELV-LiB をどのような目的で回収し、どこの再資源化業者に引き渡しているのかについては、現状は ELV-LiB の発生がないためアンケートでも回収なし、今後についても未定という回答となった。

そこで本調査では既に ELV として発生している HV の解体状況および Ni-MH の処理方法についてのアンケート結果から、解体業者における ELV-LiB の処理方法およびリユースの可能性について考察を行なうこととする。

現状、LiB と同様に解体処理される HV 搭載 Ni-MH の再資源化方法も解体業者の判断に委ねられている。

再資源化先となる自動車メーカーが構築している電池回収リサイクルシステムでは、まず解体業者は、自動車メーカーが配布しているマニュアルに従って、HV からバッテリーユニットを取り外す。それを自動車メーカーが指定した運送会社に引き渡すと、回収に対する料金、2,500 円/個が支払われる仕組みとなっている。

なお回収された Ni-MH は解体、分別および精錬工程を経て、ニッケル地銀は還元処理を行いステンレス合金に、バッテリー材料は電池材料へとそれぞれ再生されている。

その中、トヨタ自動車では従来はステンレス原料にリサイクルしていたニッケル含有スクラップの新たな選別・抽出技術を開発しており、再び「HV 用 Ni-MH」原料に戻す“電池 to 電池”リサイクルを実現したと発表している。

2010年10月27日

トヨタ自動車株式会社
豊田ケミカルエンジニアリング株式会社
住友金属鉱山株式会社
プライムアースEVエナジー株式会社

「HV用Ni-MHの原料化事業」を開始

トヨタ自動車(株)（以下、トヨタ)、豊田ケミカルエンジニアリング株式会社（以下、豊田ケミカル)、住友金属鉱山株式会社（以下、住友金属鉱山)、プライムアースEVエナジー株式会社（以下、PEVE）の４社は共同で、世界初＊となる、使用済みの「HV用Ni-MH」に含まれるニッケルを、電池原料として再資源化するリサイクル事業を開始した。

従来、販売店や解体事業者等で回収された「HV用Ni-MH」は、還元処理を行い、ニッケル含有スクラップをステンレス原料としてリサイクルしていた。

今回、含有ニッケルの高度な選別・抽出技術を開発したことにより、直接、ニッケル製錬工程への原料投入が可能となり、「HV用Ni-MH」から、再び「HV用Ni-MH」に戻す、“電池 to 電池”リサイクルを実現した。

トヨタは、量産化に対応した高精度原料化リサイクル施設を豊田ケミカルと協力して立上げるとともに、電池原料のニッケル精製において住友金属鉱山の協力を得ている。また、最終製品となる「HV用Ni-MH」製造においては、品質確保の面でPEVEの協力を得ており、４社共同で、世界初の電池原料化リサイクル事業をスタートさせた。

「HV用Ni-MH」の回収には、「トヨタHV引取受付センター」を設置して回収促進を図り、輸送については、部品補給の帰り便トラックを活用することにより、CO2削減にも配慮して環境負荷低減を図っている。

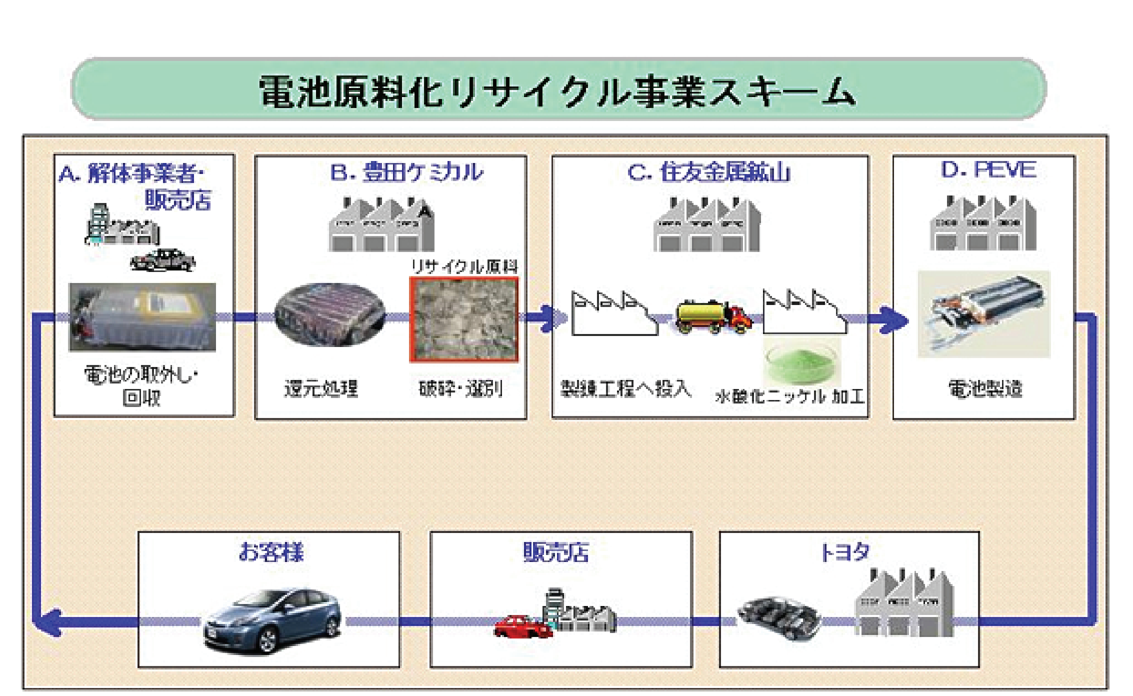
今回の日本でのNi-MHに関する資源循環システムの確立は、トヨタが重点として取り組む、持続可能な循環型社会の構築をより一層進めるとともに、世界的な資源制約に対応した資源循環の推進強化を図るため、実効ある施策としての回収・リサイクル技術を提示するものである。

トヨタでは今後、この資源循環システムの海外への展開を考えている。

＊ 2010年９月末現在。トヨタ調べ

【電池原料化循環フロー】

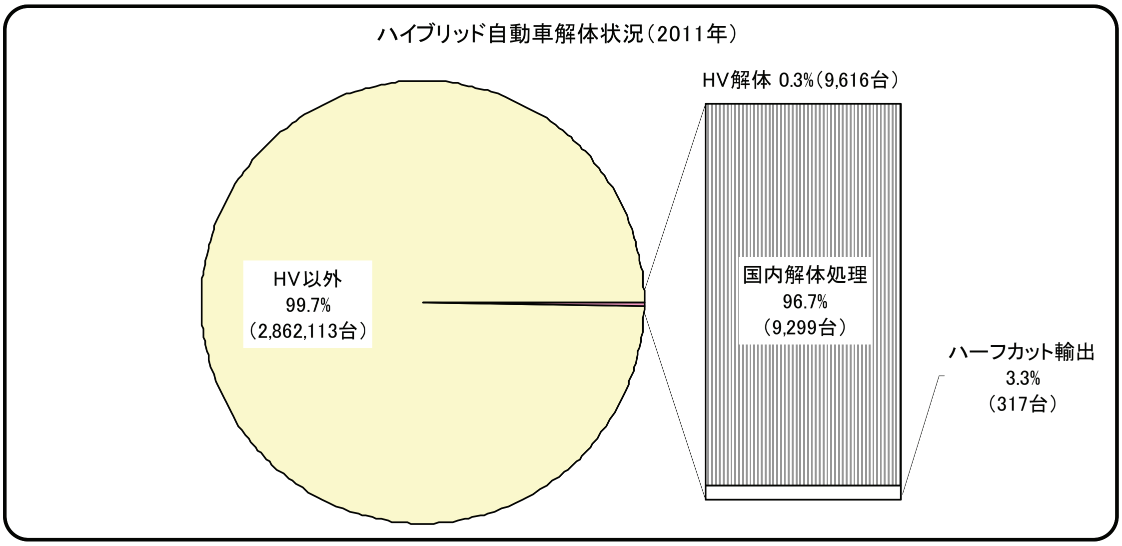
Ａ：回収・輸送
Ｂ：還元・選別工程（豊田ケミカル）
Ｃ：ニッケル製錬工程（住友金属鉱山）
Ｄ：電池製造（PEVE）



出所：トヨタ自動車

まず解体業者に対するアンケート結果から 2011 年の HV の解体状況を推計算出すると、HV を解体した台数については、9,616 台となり、全体の解体処理台数（2,871,729 台＝2011 年解体工程引取台数）の 0.3%と極僅かという結果となった。先に HV の保有台数と販売台数の差から ELV の発生台数を 1.5 万台と推計したが、上記解体処理台数との差、およそ 5,000 台は海外へ中古車として輸出されたか、国内中古車の在庫増加分ということになる。

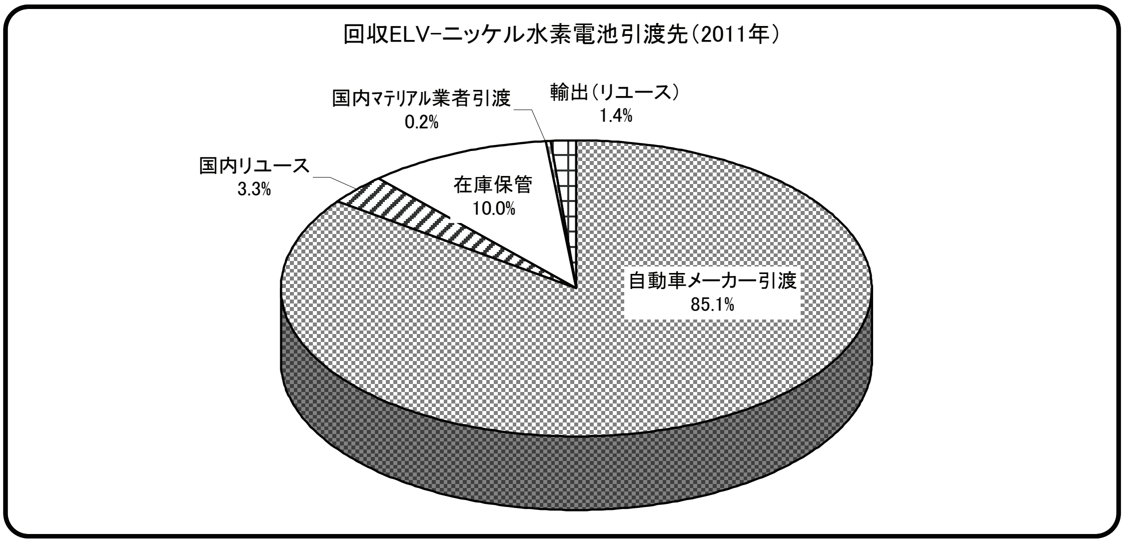
なお HV の解体処理を 1 台でも行なったかについては 24.2%の業者で処理を行なったとしている。およそ 4 社に 1 社が台数の多少は別として、HV の解体を行なっていることになった。また解体処理台数のうち 3.3%（317 台）はハーフカット処理され、Ni-MH も車台と一緒にそのまま海外へ輸出されているという結果となった。



出所：矢野経済研究所

続いてハーフカットされずに国内にて解体処理された HV のうち、Ni-MH を回収したかについては、今回調査では 100.0％が回収されたという結果となった。事前回収物品に Ni-MH を追加するという省令案が出されたのが 2011 年 11 月末であるので、それ以前より回収されていたということになる。

さらに回収された Ni-MH の引き渡し先を見てみると、全体の 85.1％が自動車メーカーで構築する回収ルートへ引き渡したという結果となった。以下、在庫保管、国内リユース等となるが、輸出は 1.4％にとどまり、ほぼ国内で循環している状況となっている。



出所：矢野経済研究所

上記のように ELV-Ni-MH については、自動車メーカーが自主回収している割合が非常に高いという結果となった。一方で Ni-MH パックを、その他のリユース部品と同様に自動車補修部品用途として販売されているケースも少数だが、存在していることが分かった。

このアンケート結果から HV 由来の Ni-MH の販売状況について推計すると、年間（2011 年）320 個の ELV-Ni-MH が国内向けリユース部品として販売され（全体の 3.3%）、また 135 個がリユース部品として輸出された（全体の 1.4%）と考えられる。

ELV-Ni-MH リユース量推計（2011 年）

	国内販売		輸出販売
	個数推計	販売価格（平均）	個数推計
ELV-ニッケル水素リユース販売	320 個	32,000 円	135 個

出所：矢野経済研究所

（参考）ヤフーオークション車載用 Ni-MH 出品（2012 年 2 月 24 日時点）

	型式（年式）	走行距離 (Km)	現在 価格(円)	備考
プリウス	DAA-ZVW30(H21)	83,680	100,000	
	DAA-ZVW30(H21)	25,401	40,830	変形あり、動作未確認、ジャンク品扱い
	NHW10(H10)	98,000	20,000	エンジン始動、モニター充電のみ確認
	NHW10(H11)	85,000	20,000	エンジン始動、モニター充電確認
	NHW10(H11)	98,000	20,000	エンジン始動、モニター充電確認
	NHW11(不明)	260,000	5,000	
	NHW11(不明)	195,500	3,100	ジャンク品
	NHW20(H20)	58,000	45,000	取り外し前まで正常作動
アルファアード	CAA-ATH10W(H18)	149,260	34,530	エンジン始動、警告灯問題なし、その他未確認
	CAA-ATH10W(H17)	120,844	41,180	エンジン始動、その他未確認
	CAA-ATH10W(H16)	174,714	35,460	動作未確認
	CAA-ATH10W(H17)	160,558	37,210	動作未確認
	CAA-ATH10W(H16)	301,133	31,160	エンジン始動、エラーメッセージなし、その他未確認
	ZA-ATH10W(H15)	157,668	38,030	エンジン始動、バイブリッドシステム異常警告灯問題なし、その他未確認
エステ	ZA-AHR10W(H13)	133,322	25,000	長期在庫品正しく動作しない場合あり
	AHR10W-MREGB(H13)	113,000	50,000	70,000 円即決、エンジン始動

イマ				
インサイト	ZE2GAssy[11BB*0308](H21)	－	29,800	40,000円即決、取り外し前まで正常作動
	1B000-RBJ-J05(H22)	52,425	16,000	事故車両回収、ダメージ小なく、恐らく問題なし
	DAA-ZE2-1171(H21)	－	34,000	取り外し前まで正常作動
シビック	ES9	－	20,000	エンジン始動

出所：ヤフーオークション

なおELV-Ni-MHがリユース部品として販売される際の流通価格（解体業者の販売価格）は、電池型式や走行距離等によって異なるが、その平均価格は30,000円程度となっている。リユース部品全体の平均単価がおよそ4,000円と言われる中、高額部品の位置づけとなる。

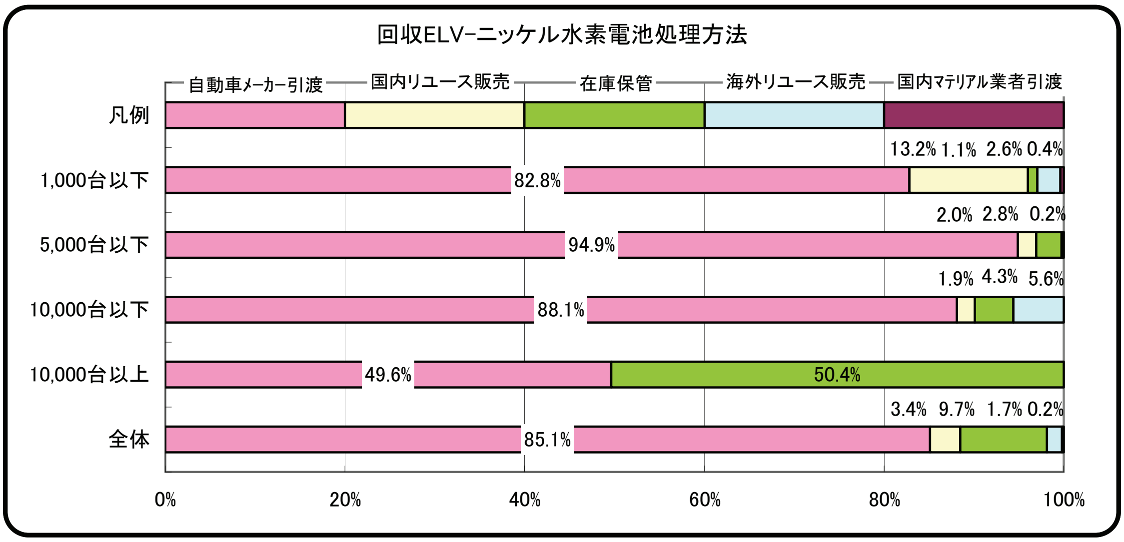
一方、自動車メーカーへ引き渡した場合の料金は1個あたり2,500円に設定されているので、リユース部品として販売可能であればそれ以上の売上高が見込めるという計算となる。自動車メーカーでは電池の引取価格を回収にあたっての作業時間等を考慮して設定しているが、自動車補修部品としての価値が加わることで、それ以上の価格で販売可能と解体業者側で判断していることになる。なお、リユース用途として販売している解体業者では、とりあえず販売目的で取り外し、最終的に売れなくても自動車メーカーに引き渡せば良いという思惑も働いているようである。

実際、本調査で、ELV-Ni-MHを回収しているものの解体業者にて在庫しているものが販売個数以上に存在していると推計された（全体回収数の10%）。今は需要は少ないが、この先の補修部品需要拡大に備えるとの考えで、解体規模の多い業者ほど在庫数も多くなっている傾向が見られた。特に年間解体処理台数が 1 万台以上の大規模解体業者においては、回収したELV-Ni-MHのうち、半数を在庫しているという結果となっている。

その他、Ni-MHは資源的な価値が認められることから、自動車メーカー回収ルートとは別に、マテリアルリサイクルを目的に回収する精錬業者等も出現している。彼らは自動車メーカーが提示する価格よりも高値を提示しており、僅かではあるが、解体業者から回収している実績が出ているようである。

解体規模別回収 ELV-Ni-MH 処理状況　　　単位：社数

	自動車 メーカー引渡	国内 リユース販売	在庫保管	海外 リユース販売	国内ﾏﾃﾘｱﾙ 業者引渡	合計
1,000 台以下	1,183	188	15	37	5	1,428
5,000 台以下	4,376	94	129	1	11	4,611
10,000 以下	1,944	43	95	124	0	2,206
10,000 以上	680	0	691	0	0	1,371
合計	8,182	325	930	163	16	9,616



出所：矢野経済研究所

前述のように ELV-LiB も ELV-Ni-MH 同様、事前回収部品に指定されており、解体業者では再資源化を目的に回収する義務が課されることになっている。回収した LiB に対する解体業者の選択肢としては、

（1）自ら再資源化する

（2）再資源化業者に引き渡す　のいずれかとなる。

また再資源化の用途としては、

（A）自動車駆動用として再利用する

（B）定置型蓄電池として再利用する

（C）資源リサイクルする　　　　　　の 3 つが大きく考えられる。

まず解体業者が（1）自ら再資源化する場合、通常（A）の自動車駆動用に再利用（リユ

ース）することになる。LiB は従来車で言えばエンジンに相当するが、既にエンジンはリユース部品として多く流通していることからも、自動駆動用 LiB のリユース需要も発生すると考えられる。

ただ 10 年間ほど使用した EV 等から回収した EVL-LiB の電池容量はおよそ 30%劣化していると考えられている。自動車の場合、特に発進時や加速時に高い出力が要求されるため、30%劣化すると、そのままでは自動車駆動用として利用できないと言われている。

それ故、解体業者が自動車駆動用のリユース需要に応えていくとするならば、劣化状態が 20%程度と考えられる 5 年程度を基準にして、それ以前の高年式車両から回収した LiB を流通させていくことになる。ただ解体処理に回るような高年式車両の中心は事故車となるため、回収される LiB は多くは発生しないと考えられる。

なお上記の LiB の劣化状態はあくまでも目安であり、その割合は、車両の使用および保管の状況、充電の仕方等によって変化する。特に急な加減速・急速充電器の多用、酷暑地での使用、高温での車両保管等がされた場合は劣化の割合が大きくなるとされる。そのため、個々の ELV-LiB、さらにはセルごとで劣化状態は異なり、あとどのくらい充放電を繰り返せるのかは、それぞれであり、つまり一概に LiB の寿命は判別できないということになる。

自動車リサイクル部品業界では、リユース部品販売にあたって品質と保証基準を共通化させている。そもそもリユース部品というのは解体自動車から取外されるため、品質は一律ではない。ただそれぞれ異なるリユース部品の品質が重大な事故を引き起こしてしまう危険もあることから、リユース部品普及のために安心して利用できるよう品質チェック基準や保証期間を設定している。例えばエンジンやミッションについては重要部品であるとともに高価格であることから、品質が確認された上で 6 ヶ月間の保証期間が設定されている。

「品質・保証基準」共通化のポイント

(1) すべてのリユース部品が保証対象 (2) 順守すべき「統一基準」の採択 (3) 品質チェック項目の開示

「品質・保証基準」共通化の内容

部品名	保証期間	保証内容
エンジン・ミッション（2 品目）	6 ヶ月 ただし走行 5000km を超えた場合を除く	＜保証内容＞ ①代品交換 ②返品（返金）の受付

コンプレッサー、セルモーター、オルタネーター、ターボチャージャー、パワステポンプ、噴射ポンプ、スロットルボディ（7 品目）	3 ヶ月 ただし走行 3000km を超えた場合を除く	＜不具合発生時の対応＞ 再組み換え工賃の支払い（日整連の定める工数×レバーレート） ＊整備工場に提示
上記 9 品目を除くエンジン関連部品、トランスミッション部品、足回り部品、電装部品類	1 ヶ月 ただし走行 1000km を超えた場合を除く	＜保証内容＞ ①代品交換 ②返品（返金）の受付
外装部品、内装部品	現品到着後、1 週間以内	

＊走行 km 数は分解整備記録簿に基づく

出所：日本自動車リサイクル部品協議会

しかし ELV-LiB の場合、あとどのくらい使用できるのかが分からないとすると、品質や保証期間の設定できず、ユーザーは安心して利用することができない。ただ現状、LiB がどの程度劣化しているかの判断は技術的に難しいとされている。

そこでこの劣化診断という課題に対し、自動車メーカーでは LiB に装着したコントロールユニットを通じて電池の充電・放電状況を記憶し、利用時の情報を収集している。その情報と電解液や電極物質の劣化状況を測定するなどの手法を組み合わせて、LiB の寿命予測を行なおうとしている。

一方、解体業者は LiB の知見を持っておらず、ELV-LiB については、解体車両から得られる情報は走行距離、年式ぐらいなため、解体業者が独自に電池劣化を判断することは難しいと考えられている。

現在、自動車駆動用にリユースされている ELV-Ni-MH の場合、その品質は解体する前に充電した後、現車にて作動を確認し、エンジン始動や警告ランプの問題ないかどうかを確認しているのにとどまる。しかし販売先で充電できない、バッテリー警告ランプが消えないなどのトラブルも発生しており、他のリユース部品と比べるとクレーム発生率は多いとの声もある。HV の普及状況から、リユース需要拡大が期待されているが、情報も少なく、不具合の特定が出来ていないことから、製品化にあたっての基準や保証体制について構築されないとリユース販売は難しいとの意見が多くなっている。

ELV-ニッケル水素リユース販売の問題点について

品質について（クレーム）	生産・販売について
・充電できない	・生産マニュアルが必要

・満充電とならない ・すぐ放電してしまう ・バッテリー警告ランプが消灯しない ・車両診断機でエラーがでる ・電圧が不足する（規定値を下回る） ・バッテリーのコントロールユニットが作動せず ・ハーネスが切断されていて、作動しない	・販売可否の品質基準が必要（電池寿命の目安がないと販売は難しい） ・品質検査機器がないと販売が難しい ・保管マニュアルが必要（長期保管したものを販売したら充電できず） ・メーカー保証外のものは販売するべきでない ・自動車メーカーからの情報が必要 ・値段設定が難しい ・保証期間の設定が難しい（保証がないと販売しづらい、保証は代品対応で十分） ・自然放電した場合の保証対応を検討 ・配送用の梱包材が必要 ・トラブルが多く販売リスクが大きい（返品になった場合の業者に支払う工賃負担が重い） ・今後需要は拡大するので、販売する

ELV-LiB についても基本的には同様な対応となると考えられるので、不具合などが発生した場合のリスクを回避する意味でも、前述したようにやはり、劣化が少ないとされる一部の事故車などから回収されたものに限定されるものと考えられる。また保証についても代品交換、返品（返金）受付に留まると見られるので、どれだけ利用できるのか不透明なELV-LiB に対して、多くの需要が発生するとは考えにくい。

したがって一部の高年式車以外から回収された ELV-LiB については、解体業者自身が再資源化事業者とはならず、選択肢（2）の「ELV-LiB をそのまま再資源化業者に引き渡す」という選択を行なうと考えられる。

その中、再資源化事業者として自動車駆動用にリユースを手がけ得る先の一つにリビルト業者が挙げられている。解体業者サイドとしては、回収した ELV-LiB をそのままリビルト部品のコアとして販売でき、かつ、再生された LiB をリビルト業者から調達し、整備業者等に販売することで、LiB の補修部品需要に応えることができることになる。

具体的には鉛バッテリーの再生技術を応用して電池容量低下の原因となる電極に付着した劣化物質を除去できないかという発想が基となっており、ELV-LiB の抵抗値と電圧を測り、充放電を繰り返すことで、劣化物質を取り除き、電池の容量を回復させられないかというのである。ただ LiB の劣化要因の特定は難しく、構造も鉛バッテリーとは異なるため、劣化をどの程度回復できるか、技術的確立にメドが立つのにどの程度時間がかかるのかなど不確定要素が多い状況となっている。

故に当面の間は、回収した ELV-LiB は ELV-Ni-MH の処理方法と同様に、回収スキームが構築されている自動車メーカーへ引き渡されるものが中心と考えられる。

「リサイクル部品」に関連する部品の名称に関する定義

		説明
リサイクル部品		一定の基準を満たして再利用される部品の総称。中古部品（リユース）と再生部品（リビルト、リマン）から成る。
	リユース部品 中古部品	ELV から利用できる部品を取り外し、一定の品質チェックが行われた上で、再利用される部品。
	リビルト部品、リマン部品 再生部品	一部の消耗部や故障部のみを新品と交換し、一定のテスト（品質、性能のチェック）が行われた上で、残りの大部分は再利用される部品。
解体部品 ジャンク部品		品質チェックなどを介さずに、ELV から取り外してそのまま再利用される部品

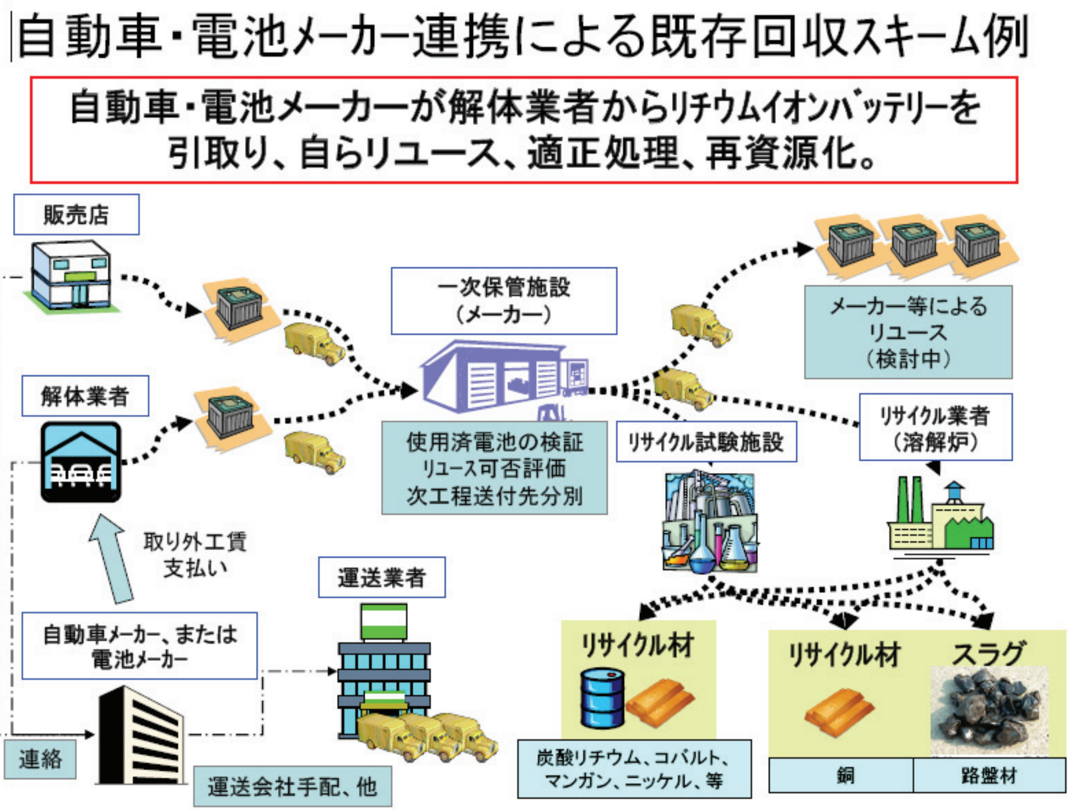
出所：経済産業省

3-2. 自動車メーカーに於ける取組み

3-2-1. ELV-LiB 回収状況

LiB を搭載した自動車を発売する自動車メーカーでは、高電圧である LiB が適切に回収・処理およびリサイクルされない場合、短絡による感電、発火および爆発等の危険があるため、それぞれ回収システムを構築している。また車載用の LiB の正極材料にはリチウムを始めとした希少金属も含まれており、資源の有効利用の観点からも回収システム構築が重要とされている。

現在、自動車メーカーが構築している LiB 回収システムは、解体業者が回収した ELV-LiB に対して EV であれば、5,000 円/個を回収料金として支払うというもの。その後、回収された ELV-LiB はレアメタル等の回収を目的に非鉄精錬業者等に引き渡され、再資源化されるというスキームが考えられている。なお本格的に ELV-LiB が発生するのは、もう少し先のことで、回収拠点の整備やリサイクル方法などは自動車メーカーにて現在、検討されている最中となっている。



出所：日本自動車工業会

しかし、再資源化という観点では、現状の車載用 LiB 正極材の主要材料となっているマンガンは資源的価値が高くはない。またリチウム等については抽出工数に対して、経済的価値を見出しにくいとされている。

故に ELV-LiB は適正処理（焼却処分）するのが現実的との見方が大方であるが、自動車メーカーでは非鉄精錬業者等と連携しながら、将来的な ELV-LiB 大量処理によるスケールメリット享受と処理技術開発によって LiB リサイクルの経済性を成立させる取組み開始している。その一方で、回収した ELV-LiB の残存電池容量を活用する用途開発（リユース）も行なっており、ELV-LiB に新たな価値を見出し、車載用 LiB のライフサイクルコストを低減するための実証研究等も同時に実施されている。

このような ELV-LiB のリユースおよびリサイクルへ取り組みは ELV-LiB 価値の創造につながり、LiB 搭載車の中古車等の下取金額上昇も期待できることになる。ひいては LiB 搭載車購入者の実質的な金銭的負担を低減させ、次世代自動車全体の普及促進にもつながると期待されている。

このような考えの下、自動車メーカーではユーザーのコスト負担を低減させるべく、またリユースを念頭に置いた今後のバッテリー単体の需要に応えるため、前頁図に示した ELV-LiB のバリューチェーン全体を管理した回収スキームの構築を目指している。

ただ前述のように、現状、LiB 搭載車が解体処理されることはほぼなく、自動車メーカーが構築している回収システムは実際的には稼動していない状況である。

電気自動車 ELV 台数推計（再掲）　単位：台

	05 年度	06 年度	07 年度	08 年度	09 年度	10 年度
廃車台数推計	230	156	146	77	76	43

※ELV 推計方法

ELV 発生台数 ＝ 前年末保有台数 ＋ 当年新車販売台数 － 当年末保有台数

上記 ELV は登録が抹消された台数であり、解体処理される車台以外にも中古車市場の商品の在庫増加分（税制の関係上一時抹消登録されるもの）と輸出中古車が含まれている

出所：矢野経済研究所

3-2-2. ELV-LiB リユースへの取組み

EV 等を販売する自動車メーカーでは回収した ELV-LiB をリユースおよびリサイクルの両面において取組みを実施している。順番的にはリユースを実施し、その後、リサイクルするという流れが考えられている。

国内で車載用 LiB の正極材料に採用されているマンガンはレアメタルではあるが、小型 LiB の正極材料であるコバルトと比較すると安価であり、資源的な価値は低い。またリチウムについてもレアメタルでありながらも、潤沢に存在するため安定的な値動きとなっている。

LiB の主な構成材料

	使用材料
正極	コバルト酸リチウム、マンガン酸リチウム、ニッケル酸リチウム、鉄リン酸リチウム、三元系など
負極	炭素（人造黒鉛、天然黒鉛の微粉末）
電解質	有機溶媒（PC や EC、DMC、DEC、MEC など）
セパレーター	樹脂（ポリプロピレン、ポリエチレンなど）
容器	鉄、アルミなど

今後 LiB 需要が高まるにつれ、徐々にリサイクルの重要性も高まっていくと見られているが、現状は ELV-LiB から有用金属を回収する工程に係るコストが、回収金属の価格に対して上回ってしまう公算が高いとされる。

正極材料にはマンガン系のほかに、高価なコバルトの使用量を削減するために、コバルト酸リチウムをベースに、その結晶構造に含まれるコバルトの一部を、ニッケルとマンガンに置き換えた三元系を採用するものもある。その場合、それぞれの金属を抽出する工程が必要となり、また高品質な金属抽出となると不純物を取り除く工数が増え、その分コストがかかることになる。

いずれにしても、経済性を伴わないリサイクルは継続的に成立しづらいので、リサイクル技術開発を進めるとともに、リサイクルコストを誰が負担していくのかについても今後、希少金属の資源戦略の中で考えていくことが必要となっていく。

レアメタル・次世代自動車蓄電池及びモーターのリユース・リサイクル状況

レアメタルの安定供給確保に向けては、経済的に成り立つリユース・リサイクルシステムの構築が課題

である。そのため、リサイクルシステムの確立やリサイクル技術開発等に取り組むことが必要になる。次世代自動車蓄電池のリサイクルは、現時点では各社が個別に回収スキームを構築している。ただし、中期的には蓄電池やモーター等について、関係業界等を中心とした回収・リサイクル体制整備の検討が必要となり得る。

出所：経済産業省「次世代自動車戦略 2010」

日鉱金属における LiB リサイクル技術（三元系電池：Mn、Co、Ni、Li の連続回収）

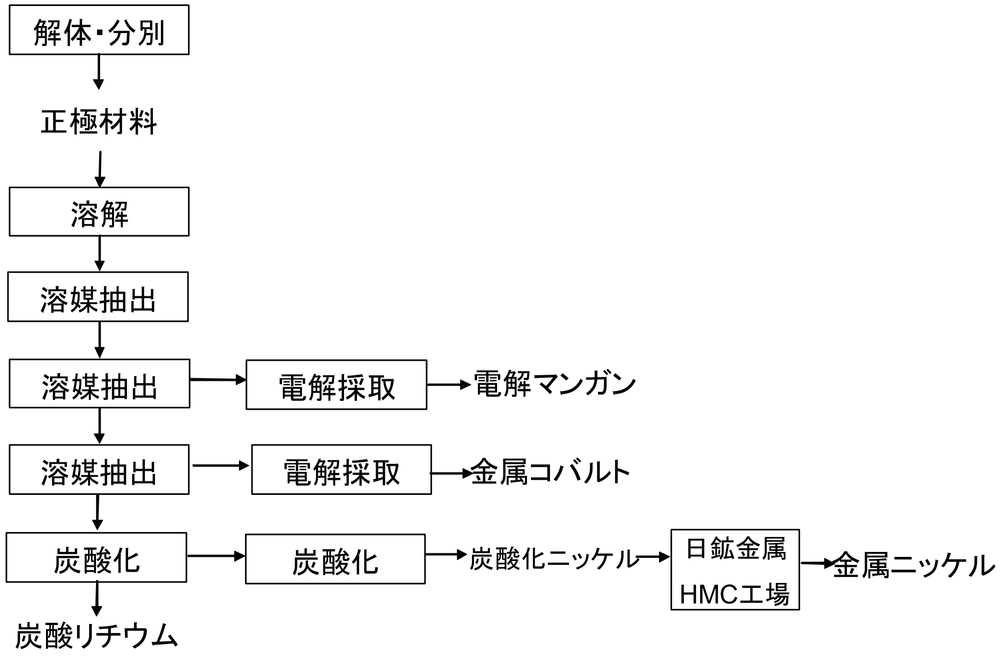
（1）電池を放電・解体ののち、電解液・バインダーを洗浄し洗い流す。

（2）正極材料、負極材料、セパレーターの混合体を回転式分離装置を用い、溶液中で浸漬しながら、アルミニウム箔のみ溶出（篩下にアルミニウム溶液、篩上に正極材料、負極材料、セパレーターの残渣が残る）

（3）アルミニウム溶液は、硫酸を加え pH を調整、水酸化アルミニウムとして回収する。回収した後の液には、重金属はほとんど残っていないことから、排水処理工程にて処理される。

（4）篩上の溶液は、回転式分離装置で濃硫酸中に溶解、過酸化水素水溶液を添加しながら、マンガン、コバルト、ニッケル、グラファイト類を浸出させる。エアレーション酸化により銅は硫化銅として抽出する。

（5）篩下のものは、銅は水酸化ソーダを加えて硫化銅として沈殿除去、その後マンガン、コバルト、ニッケル、リチウムを溶媒抽出工程へ送り、選択分離回収



そのような状況から、最終的な資源的価値を確保する前に、リユースの用途を開発することで新たな市場を創造し、付加価値を高めていこうという研究開発が進められている。ELV-LiB のリユース用途としては、先述した解体業者と同様、自動車駆動用として再利用するか、定置型蓄電池として再利用するかのいずれかになる。

ELV-LiB リユース用途

・自動車駆動用 ・定置型蓄電池用（住宅用蓄電池、事業用蓄電池、バックアップ電源、無停電電源装置、風力・太陽光発電等の出力変動平滑化）

自動車駆動用への再利用に対しては、そもそも車両使用過程の中で、LiB は電池劣化しており、自動車としての機能を十分果たせるかは不確定となる。従ってリユースするためには劣化診断をもって確認しなければならないが、およそ 30%劣化した LiB は自動車駆動用としての利用は難しいとされる。その場合、劣化物質を取り除き電極を再生させたり、セルの交換等によって電池容量を回復させることは理論的には可能とされてはいるが、技術的にも工数的にも障壁が大きい。

そのため自動車メーカーが現在、研究開発を進めているのは、後者の定置型蓄電池としての再利用であり、EV を販売している三菱自動車と日産自動車において既に実証研究が行なわれている。

三菱自動車では、2011 年 1 月より GS ユアサ、三菱商事および i-MiEV 向けに大型 LiB の開発製造を手がけるリチウムエナジージャパンと共同で、EV 用 LiB の 2 次利用事業モデル構築のための実証実験を開始している。

京都市内のコンビニエンスストアに太陽電池と LiB、EV 用急速充電器を設置し、太陽電池で得られた電力を LiB に貯蔵し、その電力を EV 向けに供給するというシステムを構築している。この実証試験を EV 用 LiB の 2 次利用事業のイニシャル・モデルケースとして事業化に向けた検討を進めている。

EV 用 LiB2 次利用事業開発のための実証試験（三菱自動車）

1. 実証試験の概要 実証試験では GS ユアサが開発した「PV-EV システム」を活用。このシステムは太陽電池、「i-MiEV」を搭載の LiB「LEV50」、GS ユアサ製の EV 用急速充電器「EVC-20KD」で構成。 太陽電池で得られた電力をリチウムイオンに貯蔵し、その電力を用いて EV に急速充電する。受配電設備の追加投資や電力契約を変更することなく設置可能

2. 実証試験場所

地域密着型のコンビニエンスストアを選定（積極的に EV 導入を進めるローソン吉祥院里南店にて実証試験開始)。

3. 設置機器の概要と設置メリット

設置機器概要：設置機器は EV 用急速充電器「EVC-20KD（1 台)」、「LEV50」のリユース品（1 個）と GS ユアサ製のパワーコンディショナーを内蔵した蓄電池盤、屋根に設置された太陽電池で構成。

設置メリット：

・太陽電池による CO2 排出量ゼロの電力で EV の充電が可能。

・災害時も太陽電池え得られた電力で必要最低限の充電が可能。

・系統が停電中であっても、非常用コンセントから電力を供給することが可能なシステム構成。

・余剰電力は店舗内の照明などの電力に使用。

・LiB はリユース品を使用、リユース品を使用することで、電池資源の有効利用を促進するとともに、システムのコスト低減が可能。

・太陽電池での発電から蓄電、EV への充電まで直流電力を使用するため、電力の利用効率向上可能。

・太陽電池で発電した電力を LiB に貯蔵し、EV へ充電するので、電力系統への負担を軽減でき、追加の受配電設備投資も不要。

4. 今回の実証試験で確認することと目標

①システム全体の実用性

②LiB のリユース品の技術的検証

③太陽電池で発電した電力の EV への充電効率

④コンビニエンスストア設置時における充電中の待ち時間に対する利便性

1 年をめどに実証試験の成果を精査し、LiB のリユース品活用におけるエネルギーコストの低減と電池資源の有効利用を通じた環境負荷低減の効果をモニタリング

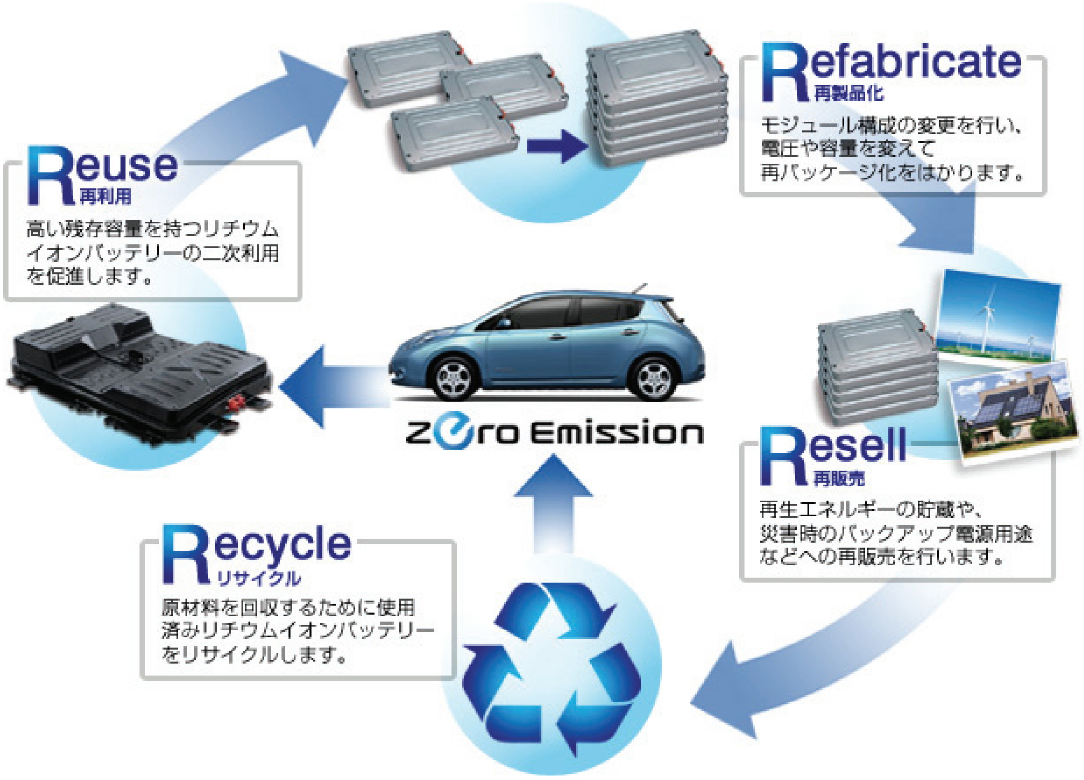
ローソン吉祥院里南店に導入された「PV-EV システム」

同じく日産自動車でも数年後に発生するELV-LiBに備え、2009年10月より住友商事と共同で蓄電池システム開発の研究を開始している。その後、2010年9月に住友商事と合弁で「フォーアールエナジー」を設立、LiBの再利用（Reuse）、再販売（Resell）、再製品化（Refabricate）、リサイクル（Recycle）を「4R」と名づけ、車載用LiBの2次利用における実証実験などを行っている。

そのフォーアールエナジーでは住宅用の小型蓄電システムの実証実験も行っており、日産リーフと同じLiB（新品）を12kWh搭載した「家庭用LiBシステム」を住友林業のスマートハウス「Smart Solabo」向けに2011年11月よりテスト販売を開始している。

フォーアールエナジー会社概要

所在地	神奈川県横浜市西区高島1-1-1
資本金	4億5千万円（日産自動車51%、住友商事49%）
設立日	2010年9月14日
事業内容	車載用LiBの2次利用における実証実験、事業化調査など
事業対象地域	日本および北米
今後の計画	2012年から家庭用LiBシステムを販売 2016年にリユース電池を用いた商品を販売 2020年には累計でEV換算10万台規模の販売



出所：フォーアールエナジー

また日産自動車ではフォーアールエナジーと共同で太陽光発電と日産リーフ用 LiB を組み合わせた EV 用充電システムを開発しており、2011 年 7 月より日産自動車のグローバル本社にて実証実験を開始している。日産自動車ではこの実証実験を通じて、公共施設や商業施設向けの蓄電池システムの販売可能性を検証していくとしている。

実証研究の目的

- 充放電特性、パターンの検証と、システムへ与える負荷の検証
- 太陽電池＋EV 充電器＋蓄電池の最適な組み合わせの検証
- リユース電池を用いた商品化の検討

なお、日産自動車では、北米でも同様の取組みを開始しており、2012 年 1 月に、「Nissan North America」がスイスの電力エンジニアリング会社「ABB」、「フォーアールエナジー」および「Sumitomo Corporation of America」とパートナーシップ契約を締結している。この 4 社は商業・産業用蓄電システムやバックアップ電源への活用を調べるため、試作システムの開発や実証試験、事業性評価などを実施するとしている。その中で、スマートグリッドをにらみながら、リーフから回収された ELV-LiB を 2 次利用することでコスト競争力を高めた蓄電システムの可能性を探る計画となっている。

太陽光発電と日産リーフ用 LiB による EV 用充電システムの実証実験

- 実証実験概要

  日産のグローバル本社に設置した太陽電池で発電した電力を、同じく本社内に設置した日産リーフ 4 台分の LiB を使用した蓄電装置に蓄電し、EV の充電に利用する（本社内にある 7 基の充電器を通して、日産リーフに換算すると年間 1,800 台分（走行距離約 36 万 km、Co2 削減 15.4 t /年）の充電が可能)。
- 実証実験目的

  商業施設や公共施設を対象とした中型蓄電システムの市場開拓
- システム概要

  太陽電池（ソーラーフロンティア社製）: 最大出力 40kW（年間発電量 43,800kWh）

  パワーコンディショナー（山洋電気社製）: 定格出力 40kW（10kW×4 基）

  蓄電池（オートモーティブエナジーサプライ社製）: 最大蓄電容量 96kWh（24kWh×4 台）

  グリッド管理装置（山洋電気社製）: 定格出力 200kW

  EV 充電器 : 急速充電器 3 基（50kW×3）

  　　　　　　普通充電ソケット 14 個（3.3kW×14）

一方、ELV-LiB ではないが、トヨタ自動車でも HV から回収された ELV-Ni-MH を利用した定置型蓄電システムの実証実験を開始している。名古屋トヨペットの太田川店に定置型蓄電システムを設置し、性能や耐久性、CO_2 の低減、省エネ効果を把握していくとしている。

既に HV は国内で 140 万台ほどが保有されており、解体工程に回る HV も今後増えていくことになる。そこから回収される ELV-Ni-MH も LiB 同様に劣化しているとはいえ、モジュールを組み合わせることで、リユース用途に応じた容量を確保できることになる。

この ELV-Ni-MH の 2 次利用推進は、現在のステンレス原料等にマテリアルリサイクルされる前に、蓄電池という新たな価値を付加することになる。ELV-LiB と違って、既に HV の普及率と今後の ELV-Ni-MH 発生量の多さは、今後の蓄電池 2 次利用における供給およびコストにも影響を与えるものと考えられる。

TOYOTA　FUN TO DRIVE, AGAIN.

2012年02月17日

トヨタ、ハイブリッド車の使用済みニッケル水素電池を利用した定置型蓄電システムを開発、実証実験を開始

トヨタ自動車(株)(以下、トヨタ)は、電池原料のより効率的な活用を目指し、ハイブリッド車の使用済みニッケル水素電池を再利用する、定置型蓄電システムを開発、実証実験を開始した。

従来、電池容量が下がり自動車用途としては使用できなくなったハイブリッド車用のニッケル水素電池は、販売店等で回収した後、解体・還元処理等を行い電池原料として再びハイブリッド車用ニッケル水素電池へとリサイクルしている。
しかし、回収した電池を組合せることで自動車用途に比べ重量や体積に制約の少ない定置型蓄電システム用として利用できる物が多く、今回の定置型蓄電システムへの再利用は、こうした状況を鑑み開発したものである。
なお定置型蓄電システム用として使用後は、再びハイブリッド車用ニッケル水素電池の原料へリサイクルする。

トヨタは、この定置型蓄電システムの事業化に向けた検証のため、名古屋トヨペット(株)(本社:愛知県名古屋市　代表取締役社長:小栗 一朗)の太田川店に定置型蓄電システムを設置し、性能や耐久性、CO_2の低減、省エネ効果を把握していく。
また本年3月からは、トヨタが参画している北九州スマートコミュニティ創造事業※において、省エネシステムを整備するスマートファクトリーの一つである豊田合成(株)(本社:愛知県清須市　取締役社長:荒島 正)の北九州工場内でも、同様の定置型蓄電システムを設置した実証実験を開始する予定である。

トヨタは、今回の実証実験を通して、持続可能な循環型社会の構築をより一層すすめるための実効ある施策を提示していく方針である。

※ 国が支援する「次世代エネルギー・社会システム実証」の一つ。「北九州スマートコミュニティ創造事業」では全国50の企業や団体が連携し、八幡東区東田地区において2010年から2014年の5年間に、新エネルギー導入強化、建築物・構造物の省エネシステム導入、地域エネルギーマネジメントシステムによるエネルギーの効率的利用、交通システム等社会システムの整備に代表される38の実証事業を行う。

以上

出所：トヨタ自動車

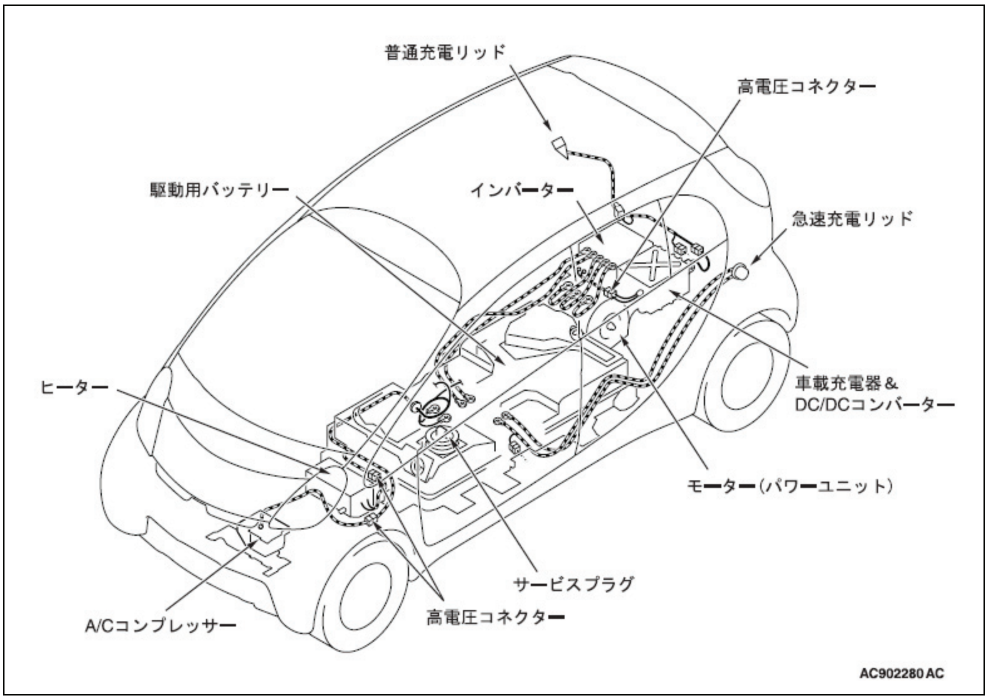
3-3. ELV-LiB リユース工程

ELV-LiB は自動車駆動用以外の用途向けにもリユース検討されているわけであるが、その ELV-LiB の残存電池容量はその車台の使用状況、充電方法等の違いによって変化する。その劣化はセルごとで異なるため、まずは劣化のばらつきと劣化の状態（容量・出力低下状態）を確認し、リユース製品としての品質を確保できるのかの評価を行なうことになる。

しかしその劣化診断で、LiB 内部を分解せずに劣化状態を正確に把握するのは、技術的に困難とされる。現在、LiB に装着された BMU に記録された走行および充電時の履歴と ELV-LiB モジュールごとの電圧、温度データ等を分析し、また電池材料、構造などの情報を組み合わせて LiB の寿命を推測するなどの手法開発が試みられている。

次に、ELV-LiB をリユース用途に合わせ形状、容量に組み換える作業が必要となる。そもそも車載用 LiB は自動車用に考えられたパック形状となっており、「i-MiEV」であればフロア下に収まるように平面形状に設計されている。

また ELV-LiB の電池容量が、想定通り 30%程度劣化していたとしても、EV に搭載されている LiB であれば 11～17kWh の電池容量が残存していることになる。現在市販化されている家庭用蓄電池であれば大容量のものでも 5～10kwh であるので、ELV-LiB から 2 個程度のリユース製品が生産できる計算となる。したがって、一度パックからモジュール単位に分解し、劣化状態を確認した上で、リユース用途に合わせたシステム容量、形状になるようにモジュール、パックを組み合わせる工程が必要となる。



出所：三菱自動車工業

さらにELV-LiBに装着されているコントロールユニットは、その車種の使用を前提にセルごとの安全性や放充電のバランス制御、高電圧制御などを行なうように設定されている。具体的には、コントロールユニットは金属リチウムの電析や集電部の溶解、析出からの内部短絡による発火を防止すべく、セル単位で電圧を監視し、過放電、過充電にならないよう調整している。また、モジュールごとで電圧を均一にし、電圧のばらつきに起因する電池劣化を抑制している。

しかし定置型蓄電池用途でのリユースで、自動車とは異なるパターンの出力が要求された場合、コントロールユニットの制御機能が働かず、発火などの事故に繋がる可能性があると指摘されている。そのため、その用途に合わせた出力を想定し、プログラミングされたコントロールユニットの装着が必要であり、現在、自動車メーカーでは実証実験を通じて、コントロールユニットが機能しているか等の検証（セル間特性バラツキの解析）を行なっているのである。

上記のような工程を経て、残存寿命の予測からリユース用途を選別し、再びパックとして組立てられる。その後、パワーコンディショナー等が取り付けられ、リユース製品として各蓄電池市場へと販売されていくことになる。

ELV-LiBリユース工程

4. 国内に於ける ELV-LiB リユースにおける国内新規事業動向

4-1. 自動車駆動用（リビルト業者・EV コンバージョン業者）

4-1-1. ELV-LiB 回収状況

使用済となった LiB が自動車用へリユースされる方法のひとつとして、まず、リビルト部品という可能性が考えられる。リビルト部品とは、修理のために取外された部品や、自動車の解体により取り外された部品等に手を加え（研磨、加工、修理等）、新しい部品とほぼ同等の性能を持つまでに整備された部品であり、一部は部品商を経由するものもあるが、その大部分は自動車解体業者（中古部品業者も含む）等から直接整備工場に流れる。

既存のリビルト部品はその多くをリビルト専業メーカーにより生産され、コアを分解→洗浄→検査→機械加工→部品交換→組立・点検という工程を経て製品化される。

リビルト部品は新品同様の品質ということが最大の特徴となるが、その品質基準は新品部品を分解して、部品を更生する部分品それぞれを検査機にかけてリビルトメーカー独自にその規定値を割り出している。その規定値を割り出すにあたっての負荷設定や交換部品の特定などの生産工程においてリビルトメーカーが独自で積み上げてきたノウハウが必要とされ、そこにリビルトメーカーの競争優位性が表れてくるとされる。

リビルト部品の生産は新品部品の生産工程とは異なり、部品の解体に始まり、洗浄、研磨をはじめとして自動化されているものはほとんどなく、全ての工程において人の手がかかる。リビルト部品の生産コストとしては人件費と交換部品コストでほとんどが占められているとされる。部品交換の割合を高めることがリビルト部品の品質を高める手段となっている部分もあり、リビルト部品の定価のおよそ 30%が交換部品代となっている。

リビルト部品価格設定は新品部品メーカーと同様に各生産工程でのコストを積み上げて決定していくことになり、新品部品価格を超えてはならないという制約の中でリサイクル部品としての価格競争力を出さなければならないということになる。

また、リビルト部品は新品部品と同等の品質まで高められることになるが、品質を検査する機器および工具についても市販されているものは少なく、リビルトメーカー独自で開発しているケースも多い。故にその開発コスト等もリビルト部品価格に反映されることになる。

現在流通しているリビルト部品の品目を見ると、オルタネーター・スターターの電装部品が一部あるが機能部品が中心となっている。外装部品についてはバンパーやライトで一部メーカーがリビルトしているに過ぎない。

これは前述したようにリビルト部品は品質を高めるための生産工程で人的依存度が高く、

品質的な付加価値を出せるのは機能部品および電装部品に限られ、また新品部品価格を超えてはならないという制約の中で生産コストを積み上げていくため、高額部品である機能部品でないとリビルト部品の製品化は難しいためである。つまり、リビルト部品については、その存在価値が出る程度にまで新品部品と中古部品との価格差が生じていることが市場成立の条件となる。部品にもよるが、一般的に中古部品は新品部品の 40%前後の価格設定とされ、リビルト部品は新品価格の 60～70%程度の価格設定がされている。

LiB の現在の価格を見ると、容量 1kWh あたり 10 万円程度とされている。それを現在販売されている EV に当てはめると、三菱 i-MiEV の G グレードがおよそ 105 万円、同 M グレードが同 160 万円、日産リーフが同 240 万円程度となる。そのため、LiB が EV の部品の中で最も高額な部品であることは間違いないと言える。

EV の性能と車体価格、LiB 価格推定

	三菱「i-MiEV」		日産「LEAF」
	M グレード	G グレード	G グレード
総電圧　　　（V）	270	330	360
総電力量　　（kwh）	10.5	16.0	24
※LiB 価格　（万円）	105	160	240
車体価格　　（万円）	260	380	406

※総電力量 1kWh あたり 10 万円とした場合の価格

それにもかかわらず、使用済車両から LiB を回収する際の手数料として解体業者に対して提示している金額は i-MiEV を発売している三菱自動車、リーフを発売している日産自動車ともに 5,000 円と比較的低く設定している。この値段であれば、解体業者としては整備業者に販売するなどしたほうが利益を高められることとなる。

173 頁でも述べたように、解体業者による LiB の回収事例は確認されていないが、プリウスやインサイトなど、EV よりも早く量産が始まった HV に搭載されている Ni-MH 電池については、解体業者によって取り出された事例もすでに発生している。そのような Ni-MH 電池の取外回収料金としてメーカーが解体業者に対して設定している金額が 2,500 円であるため、それよりも多くの利益が出るよう、整備業者に対して販売をしているという解体業者も出ている。

先述したように、2011 年に解体業者がリユース部品として販売した Ni-MH 電池の平均価格を推計したところ、32,000 円となった。一方、2 代目プリウスの交換用バッテリー価

格は 13 万円程度とされることから、現在の価格面だけを比較すると、リビルト部品市場は成り立つ可能性が高いこととなる。

（再掲）ELV-Ni-MH 国内リユース量推計（2011 年）

	国内販売		輸出販売
	個数推計	販売価格（平均）	個数推計
ELV-ニッケル水素リユース販売	320 個	32,000 円	135 個

出所：矢野経済研究所

LiB 搭載の ELV はまだほとんど発生していないが、新品 LiB の価格が最低でも 100 万円以上ということを勘案すると、中古品が発生した場合に新品 LiB と中古 LiB との価格に大きな差が生じるものと見られる。そのため、現状の価格からすると、LiB についてもリビルト市場は成り立つ可能性があることとなる。

また、LiB 取り扱いに乗り出さなければいけなくなるリビルトメーカーが出てくるという可能性も高い。リビルト業界の中でいくつものリビルトを扱っているという総合リビルトメーカーの数はわずかであり、その多くは 1 つないし２つの品を専門的に扱っている。しかし、次世代車両の部品点数はガソリン車と比較して大幅に減少しており、EV になったら不要となる部品もある。そこでガソリン車に使用されていた部品の EV への搭載状況を見ると、今までリビルト部品の中心となっていた機能部品や電装部品について次世代自動車には搭載されない部品が多く見られる。今回の調査では、リビルト業者の中で、今まで ELV-LiB を扱ったことのあるメーカーは見られなかった。しかし、上記の状況を考慮すると、将来的には、今まで扱ってきた部品とは異なる部品のリビルトを行う必要性に迫られるリビルトメーカーも出てくるものと考えられる。その際には、次世代自動車において最も単価が高い LiB は選択肢として魅力的なものとなる。

主なガソリン自動車搭載部品の次世代自動車への搭載有無

分類	品目	次世代自動車への搭載有無
外装部品	ドア	○
	バンパー	○
	ヘッドランプ	○
	ガラス	○
機能部品	エンジン	×
	トランスミッション	△

	パワーステアリング	○
	デファレンシャル・ギア	×
	ドライブシャフト	×
	ラック＆ピニオン	△
	コンプレッサー	○
	ラジエーター	△
	コンデンサー（キャパシタ）	○
	ショックアブソーバー	○
	マフラー	×
	エキゾースト・マニホールド	×
	触媒	×
電装部品	ライト	○
	スターター	×
	オルタネータ	×
その他	電池	◎
	モーター	◎
	充電ケーブル	◎
	車載充電器	◎

※◎・・・新規搭載、○・・・ガソリン車と次世代車ともに搭載、△・・・次世代車に必ず必要というものではないが搭載される可能性もあり、×・・・搭載なし

各種資料より矢野経済研究所作成

車載用としてはリビルト品だけでなく、コンバージョン EV にも使用済 LiB が使用される可能性がある。コンバージョン EV とは、主に中古ガソリン自動車をベース車両として、エンジンや燃料タンクを取り外し、代わりにモーターやバッテリー、コントローラー、インバーター等を取り付けることで EV にコンバート（改造）した車両のことで、「コンバート EV」などとも呼ばれる。新車 EV の普及拡大とともに、コンバートによる既存自動車の EV への置き換えも二酸化炭素排出量削減に有効な手段として注目が高まっている。

コンバージョン EV に対しては、従来の事業展開だけでは経営が厳しくなりつつある自動車整備事業者やガソリンスタンド経営事業者等、自動車アフターマーケットに関連する事業者を中心として関心を寄せる事業者や企業が増えてきている。自動車アフターマーケットとは、新車販売後に発生するさまざまな事業の総称であり、同マーケットに含まれる事業として、「中古車」「自動車賃貸（レンタカー等）」「部品・用品」「自動車整備」等がある。

日本国内における自動車保有台数減少やユーザーの保有意識の変化等の影響を受けながら、自動車アフターマーケット全体のボリュームも減少推移が続いており、従来の事業展開だけでは経営が厳しくなりつつある。そうした中、自動車アフターマーケット関連企業や事業者の中から、EV コンバートをビジネスチャンスとして捉える企業や事業者が出てきている。

企業や事業者の経営悪化は地域産業・地域経済の低迷にもつながるため、EV コンバート事業に取り組む企業や事業者を支援することで、地域経済の活性化を図る自治体も出てきている。EV コンバート事業に取り組む地元の中小企業を支援する理由は、地域経済の活性化を図ることができるため、さらに、同事業により地域内のガソリン自動車からコンバージョン EV への置き換えが進むことで低炭素社会への貢献が期待できるため、である。

コンバートは既存車両を用いて行うため、EV コンバート事業を始めるにあたっては、生産設備等の新たな投資はほとんど不要であり、コスト面で見れば参入しやすい事業である。しかしながら、コンバートの主な対象となる中古車はメーカーや車両規格、年式等によって車体形状が多様であり、車体ごとの形状に応じたコンバート技術が必要であるほか、部品選択におけるノウハウ等、技術や知識面での参入障壁は低くない。そうした中、EV コンバートを事業として取り組もうとする事業者や企業同士が、技術や知識の向上を目指して、コンバート技術における情報共有や使用部品の共通化を図るネットワーク作りにも進んでいる。

コンバージョン EV は、改造車検を取得することで公道走行が可能となる。2010 までに日本国内で改造車検を取得した累計台数はおよそ 200 台と言われており、台数ベースで見れば市場が確立しているとは言いがたい。

そのような中、電気自動車普及協議会（APEV）が 2011 年 4 月に「コンバージョン EV のガイドライン」を発表し、EV コンバートにおける現段階での安全基準を示した。それに伴い、関東運輸局や国土交通省でも、今後、このガイドラインを踏まえた取組や必要な措置等を講じるとしており、EV コンバージョンが事業として確立される下地は整いつつある。また、APEV はガイドラインに沿った教本を 2011 年 10 月に発行しており、EV へのコンバートが行われる現場での活用を促していく。これにより、EV へのコンバートを行う作業現場およびコンバージョン EV における安全性を、より高めたいとしている。

一方、ユーザーから見たコンバージョン EV の魅力は、既存車両を EV へ置き換えることで二酸化炭素排出量削減に貢献できるという面もあるが、新車 EV と比較して手軽な価格で EV に乗れるという面が、より大きいものと見られる。そのため、バッテリーについては LiB を使用してしまうと新車と変わらないくらいの価格になってしまうことから、LiB よりも安価な鉛バッテリーの使用が主流となっていた。

しかし、鉛バッテリーはエネルギー密度が低く、航続距離や最高速度などの性能面でLiBに劣ることとなる。そこで、最近は台湾など海外メーカー製の LiB を使用することで低価格な「LiB 搭載コンバージョン EV」を作成するというメーカーも出てきている。コンバージョン EV メーカーである EVhonda では、自らが EV へのコンバートをビジネスとして行うのではなく、自社が主催する「ちょいのり EV 研究会」に参加する会員（整備事業者等）に EV へのコンバートを指導している。その上で、その中からコンバージョン EV の製作・整備ができる「EV アドバイザー」を育成・認定し、全国各地で同社を中心としたネットワークの構築を進めている。また、EV アドバイザーとなった整備事業者等の事業所を EV アドバイザー協力店として「てづくり電気自動車教室」の開催場所とし、EV ステーション以外での教室開催も実施している（主催は EVhonda）。この「てづくり電気自動車教室」でのコンバートに用いる改造キットは EVhonda が販売するものとなっている。この改造キットの中にはバッテリーも含まれるが、鉛バッテリーにするか LiB にするかは参加会員が選択することとなる。日本製の LiB はエネルギー密度は高いものの、鉛バッテリーと比較すると非常に高価になってしまう。そのため、会員がリチウムバッテリーの使用を希望した場合、EVhonda は価格の安い台湾メーカー製のバッテリーを仕入れているとのことである。台湾などアジアメーカーの LiB はリン酸鉄を正極材に使用しており、日本製と比較すると蓄電容量などの面で性能は劣るものの、低価格での入手が可能となる。また、鉛電池と比較するとエネルギー密度が高く、1 充電あたりの走行距離が長い。このような理由から EVhonda は台湾製の LiB を使用してコンバート EV を製作しており、そのほかのコンバージョン EV メーカーについても LiB を使用する場合は台湾などの海外製品を使用しているものと見られる。

なお、コンバージョン EV についても、使用済みとなった次世代自動車から取り出した LiB を使用しているというメーカーは今回の調査においては確認できていない。

台湾の電池メーカー

企業名	企業概要
能元科技 （E-ONE MOLI ENERGY CORP.）	台湾セメント（台湾水泥）傘下の LiB メーカーで最大手。2000 年に円筒型 LiB を製造する NEC Moli Energy（カナダ）を買収して市場に本格参入した。2004 年に世界で初めて電動工具専用 LiB セルを上市し、その後、自転車、バイク、自動車向けへと展開してきた。EV では、2008 年に BMW 向けの LiB モジュールを量産しており、テスラモータース向けの実績もある。2009 年にはカナダにあった LiB セル工場を台湾に移して生産コストの低減を図り、積極投資で生産能力の増強を図っている。 LiB の基本戦略は電動工具用 30%、車載用 30%、その他 40%であり、

	日系・韓国系のシェアが高い民生用よりも軍事用、医療用、蓄電池などのニッチで付加価値の高い分野に注力していくものとみられる。
有量科技 (Amita Technologies Inc.)	2000 年設立。後発のため、小型民生用を避けて大型 LiB の開発からスタートした。2008 年に台達電子（DELTA）の傘下入り。2009 年頃から大型 LiB が電動自転車／バイク、電動工具向けに出始めており、電動自転車／バイクの需要が旺盛な欧米での売上比率が高い。 電動自転車／バイクに続いて、2013 年頃からは EV 向けにも販売していく計画である。また、世界的な UPS メーカーである DELTA との協業で、UPS 向けにも注力していくものと見られる。
必翔電能高科技 （Pihsiang Energy Technology Co., Ltd. : PHET）	前身は太平洋電能（Pacific Energytech）で、世界第 2 位の電動スクーター／車椅子メーカーである必翔實業（PIHSIANG MACHINERY）が 2005 年に買収し、LiB 専業メーカーとなった。 現状は親会社の電動スクーター／車椅子向けが主軸であるが、2009 年に必翔實業と中国の金龍精密が EV および電池事業への共同投資を発表しており、今後は EV にも注力していくものとみられる。
昇陽国際半導体 （Phoenix Silicon International Corp.）	1997 年設立の再生ウェハーメーカーで、2005 年に電池（LiFePO4）事業に参入。電動スクーター・バイクのほか、トヨタ「プリウス」のコンバージョンキットにも使用されているとみられる。
威力能源 （Power Source Energy Co., Ltd.）	2005 年設立のリチウムポリマー電池メーカー。日本における販売代理店は、株式会社ビーエムオージャパン。
興能高科技 （SYNergy ScienTech Corp.）	LiB およびリチウムポリマー電池の製造・販売。小型民生用が中心。
動能科技 （EXA Energy, Ltd.）	2001 年設立のリチウムポリマー電池メーカー。

韓国の電池メーカー

企業名	企業概要
サムスン SDI	小型民生用市場（数量ベース）で世界シェア 1 位（2011 年）。スマートフォン・タブレット PC 向けが主力であり、グループ会社・サムスン電子の「GALAXY」の拡販に伴い、出荷数量が増大している。 近年、需要拡大が期待されている自動車向けにも注力しており、2008 年 9 月に自動車部品メーカーの Robert Bosch GmbH（ドイツ）と車載用 LiB の開発・生産・販売を主要事業とする SB LiMotive Co.Ltd.（SBL）

	を設立している。2013年頃のEV／PHEVの市場動向に応じて最終判断を下すものとみられるが、計画では2015年の生産能力はEVで18万台分、必要に応じて欧州、中国、米国にも生産拠点を置く予定である。 車載用LiBの主な販売先は、SBLをEV用の独占供給企業に選定したBMW（ドイツ）で、2010年から試作品用を一部供給し、2013年から2020年までの8年間はEV用に供給する契約となっている。また、BMWへの電池システムの供給と米国における営業・技術サービス拠点を準備するため、米国のEV用電池メーカー・コバシス社を買収している。 2011年11月には、インド最大のSUV自動車メーカー・M＆M（Mahindra＆Mahindra）社のHV向けにLiBを供給すると発表。2013年から本格的にバッテリーパックを供給する予定である。 車載用LiBの開発は、子会社のコバシスを通じて米国のコンソーシアム（USABC：エネルギー省と自動車のビッグ3で構成）と共同で進めており、今後、米国自動車大手へのLiB供給も考えられる。 なお、車載用LiBのセル形状は角型（缶タイプ）とパウチ型（ラミネートタイプ）があるが、同社は前者で参入。生産設備等の初期投資は大きいが、量産化されれば低コスト生産が可能という利点がある。
LG化学	小型民生用市場（数量ベース）で世界シェア3位（2011年）。現状はIT機器向けが中心であるが、自動車向けを拡大すべく積極的な設備投資を行っている。 同社のEV用電池工場は2013年までに年間40万台分以上の生産能力を有する予定で、2015年にはEV-LiB市場で25%のシェア獲得を目指している。現在はGM（米）のPHEV用を本格的に出荷しており、その他は韓国の現代自動車向けとなっている。 なお、同社の車載用LiBのセル形状はパウチ型で、角型は生産効率が悪いとみている。また、世界のLiBメーカーの中でも部材（負極は除く）の内製化率が最も高いことで知られている。
SKイノベーション	同社は2010年10月、SKグループのSKエナジーから社名変更し、2011年からは石油、化学および潤滑油製造を手掛ける3社を子会社とする持ち株会社となっている。 LiB事業は、SKエナジー時代の2009年に、ダイムラー傘下の三菱ふそうトラック・バスのHV向けに供給することが決定して参入。2010年9月には現代自動車が開発する韓国初の量産型EV「ブルーオン（BlueOn）」への供給も決定している。さらに、2011年2月には、ダイムラー傘下のメルセデス・ベンツのEV向けにも供給する契約を締結した

	と発表された。 　以上のように、同社は中・大型の LiB、特に車載用に特化して市場参入しており、数年後の本格量産時点で OEM になることを目標に、生産体制の構築や研究開発を進めているものとみられる。
Kokam（コカム）	1999 年に「ジグザグ積層型大型リチウムポリマー電池」を世界で初めて開発したベンチャー企業。同社の電池はアルミニウムのパウチ型で爆発する恐れがなく、薄いため、数百個つなげて大型化することが可能という。2001 年には量産工程の開発にも成功している。 　EV や産業用の大型 LiB にターゲットを絞って開発し、大企業に技術移転する方式をとっている。カナダの大手自動車部品メーカー・マグナ（マグナ社は米・フォードに LiB を供給予定）や米国のダウ・ケミカルなどがその例。ダウ・ケミカル社は、2010 年 6 月から米・ミシガン州に世界最大規模の EV 向け電池工場を建設している。日本企業ではエジソンパワーが同社と包括的技術契約を結んでいる。
EIG	中・大型 LiB および関連システムの製造・販売。
Route JD	LiB の角型・コイン型などの各種二次電池の製造・販売。
セルコム（CELLCOMKOREA COMPANY）	フランスの電池メーカー・サフトの韓国エージェンシーとして設立され、2001 年から国内法人となった。二次電池を中心に各種電池を扱う。

各種資料より矢野経済研究所作成

4-1-2. リユース展望

先述したように、ガソリン車から次世代自動車への移行が進んでいくとした場合、取り扱うリビルト部品を変更する必要性が生じること、また、現状の新品 LiB の価格が高いために、中古品が発生した場合に新品と中古品との価格差が十分に発生すると見られることからリビルト LiB の製造を考えるリビルトメーカーは出てくるものと考えられる。

ただ、技術的な面を考慮すると、実際にはリビルトメーカーよりも鉛バッテリーの再生事業を行っている企業の方が参入できる可能性は高いと考えられる。既存のガソリン車にも鉛バッテリーが使用されており、ELV などから取られたバッテリーや、故障したバッテリーを修理して販売している事業者が存在している。バッテリーの再生技術については P190 で述べるが、鉛バッテリーの再生を行っている企業の中で、HV に使用されている NiMH 電池の再生については行うことができるというところは存在しているようである。しかし、LiB の再生に成功している企業は見られていない。長年、鉛バッテリーの再生を行ってきた事業者であってもまだ開発できていない状況を考えると、一朝一夕に開発できる技術ではないものと考えられる。そのため、全く異なる部品を取り扱っていたリビルトメーカーによる新規参入は容易ではないものと見られる。このような状況を勘案すると、LiB の再生技術はまだ確立されていないようではあるが、他のバッテリー再生について技術的な研究を行ってきている鉛バッテリー再生業者の方が、そのほかの部品のリビルトを行っているメーカーよりも参入できる可能性が高いものと考えられる。

しかし、技術的課題をクリアできた企業についても、今度は価格面の課題が残される。現在 1kWh あたり 10 万円程度とされる車載用 LiB 価格は、将来的には次世代自動車の量産による価格下落が予想されている。先述したように、NEDO の「二次電池技術開発ロードマップ 2010」によれば、LiB 価格は 2015 年に kWh あたり 3 万円、2020 年には 2 万円にすることが掲げられている。その場合、i-MiEV の M グレードで LiB パックの価格は 2015 年で 30 万円程度まで、さらに、2020 年時点では 20 万円程度まで下がることとなる。また、同ロードマップでは、普及のためには出力密度や電池の寿命、重量あたりのエネルギー密度といった性能もそれぞれ向上させる必要があるとしている。その通りに開発が進んだ場合、中古部品と比較して新品部品の需要が大きくなり、自動車駆動向けとしては中古 LiB の値がつかず、市場が成り立たなくなる可能性が高い。そのため、ELV-LiB のリビルト市場も成立しない可能性が高いものと思われる。

NEDO の「二次電池技術開発ロードマップ 2010」における車載用 LiB の性能目標値

	2010 年	2015 年	2020 年
重量エネルギー密度	100 Wh / kg	150 Wh / kg	250 Wh / kg

出力密度	1.0kW/kg	1.2 W/kg	1.5W/kg
サイクル寿命	1,000 回	1,000 回	1,000 回
カレンダー寿命	5~8 年	8~10 年	10~15 年
コスト（円/kWh）	100,000～200,000 円	30,000 円	20,000 円

NEDO の「二次電池技術開発ロードマップ 2010」の内容を前提とした場合の車載用 LiB の価格推移

	三菱「i-MiEV」		日産「LEAF」
	M グレード	G グレード	G グレード
総電力量　(kWh)	10.5	16.0	24
2010 年　（万円）	105	160	240
2015 年　（万円）	31.5	48	72
2020 年　（万円）	21	32	48

kWh あたり単価・・・2010 年は 10 万円、2015 年は 3 万円、2020 年は 2 万円として算出

また、コンバート EV 向けについても同様のことが言える。今後、新品 LiB が、先述した NEDO のロードマップで掲げられている通りの価格推移をした場合、新車 EV の価格も低下することになるので、ユーザーにとっては新車を購入しやすくなる。現状、コンバージョン EV の製作費は改造キットのみでおよそ 50 万円から、工賃を合わせるとおよそ 70 万円からとなるが、この費用にはバッテリー代は含まれておらず、実際にはそれ以上の費用となる。そのため、車載用 LiB の価格が下がるほどコンバージョンよりも新車 EV を選択するというユーザーの割合も高くなるものと考えられ、今よりもコンバージョン EV の需要が高まるということは考えづらくなる。その中で、コンバージョンを希望するユーザーについても LiB の新品価格と中古価格に大きな差がなくなった場合は、当然、新品を指名するユーザーが多くなるものと考えられるため、コンバージョン EV 向けに ELV-LiB のリユースがされていく可能性も低いということとなる。

車載用 LiB 価格が NEDO の「二次電池技術開発ロードマップ 2010」通りに推移した場合の EV 本体価格推計

	三菱「i-MiEV」		日産「LEAF」
	M グレード	G グレード	G グレード
2010 年　（万円）	260	380	406
2015 年　（万円）	186.5	268	238
2020 年　（万円）	176	252	214

※kWh あたり単価・・・2010 年は 10 万円、2015 年は 3 万円、2020 年は 2 万円として算出

注）電池以外の部品価格は変わらないものと仮定して算出

今後、価格競争力を高めるために ELV-LiB の使用を考えるリビルトメーカーや、コンバージョン EV メーカーも出てくるものと思われる。ただ、次世代自動車普及への課題も LiB の価格によるところが大きく、車載用電池の量産化による電池コストの削減が図られている。逆に言えば、次世代自動車の量産化が進むことで LiB 価格の低下が進むこととなる。その結果、使用済みの次世代自動車から取り出した LiB をリユースしようとしても、新品と比較した場合の価格メリットがなくなっていく可能性が高い。そのため、中長期的に見ると国内の車両向けに ELV-LiB を販売していくことは難しくなるものと予想される。

4-2. エネルギー管理システム関連業者

4-2-1. ELV-LiB 回収状況

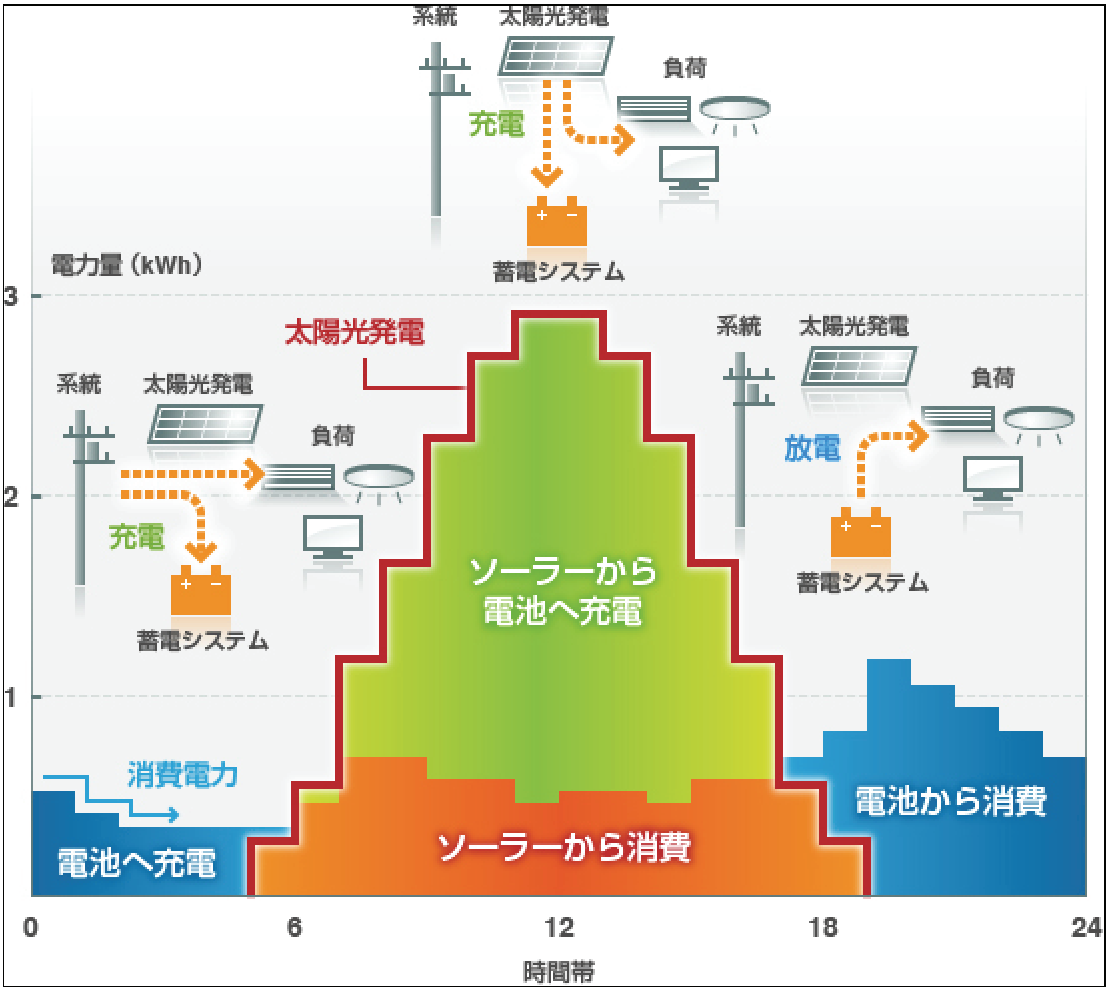
4-2-1-1. 住宅用・業務用蓄電システム

蓄電システムは元々業務用分野で、鉛蓄電池メーカーなどがニーズに対応する形でオーダー対応してきた装置である。また、停電対応を目的とした UPS などもコンピューター化の進展とともに需要が拡大してきた。これら蓄電システムに使われる電池の種類は鉛電池が主流であったが、その後 LiB も大容量化が進展したことから LiB による業務用の蓄電システムも増えてきている。

一方、住宅用としてパッケージ化された蓄電システムは 2004 年ごろに市場に導入されたものと見られているが、当初のシステムは夏の冷房使用時や冬の暖房使用時など最も電力を必要とする際のピークカットが主な目的であった。電力のピークは夏場では日中から夕方にかけて、冬場では朝方や、夕方から夜間にかけて出やすいが、深夜の時間帯は電力ニーズが低いことから、深夜の電力を有効活用することで日中の電力の消費を抑え、ピークを緩和する負荷平準化の期待ができる装置として蓄電システムが開発・上市されたと言われている。

その後、太陽光発電システムの設置が増え、太陽光発電システムで発電した余剰電力の買取が始まったが、太陽光発電システムによる電力は不安定でこれを系統に逆潮流することで系統側の負荷が増えることが懸念されるようになってきたことから、これを回避する手段として太陽光発電システムで発電した電力を蓄電して自家消費するようにしようという系統安定化ニーズに対応するシステムとして注目されるようになった。

家庭用蓄電システムの時間帯ごとの利用イメージ



出所：NEC ホームページ

また、最近では地球環境問題や省エネルギー対策としてスマートグリッドという考え方が世界的な潮流となっている。スマートグリッドとは系統電力だけに頼るのではなく、IT 技術を活用して太陽光発電などの新エネルギーの大量導入を含めて電力の需給バランスを調整し、効率的に電気を利用する次世代の電力システムのことである。このスマートグリッド技術を基盤として実現が目指されているエネルギー効率の高いエリアを「スマートコミュニティ」もしくは「スマートシティ」などと呼ぶが、この考え方の実現は家庭においても目指されており、太陽光発電システムや燃料電池などを使った「スマートハウス」として注目されている。

このスマートハウスにはこれらの発電機器のほかに高効率の家庭用電気機器や、電気の発電・消費を総合的にモニタリングし、コントロールするための「HEMS」と呼ばれる、住宅におけるエネルギーマネジメントシステムなどとともに、電気の安定化などに貢献するための中核的な装置として蓄電システムが必要不可欠となってきている。

このように蓄電システムに対するニーズが高まる中で、さらに住宅用システムに対する注目が集まるようになったきっかけが 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災である。この震災によって被災地においては長時間の停電が発生したほか、福島原子力発電所が停止した影響により、電力需要が逼迫して東京電力管内などでは計画停電を行う必要が生じるなどした。それにより、電力は安定的に供給されるもので停電が発生したとしても数分から 1 時間程度であろう、という考え方が変えられたことで蓄電システムに対するニーズの高まりにつながった。震災までの住宅用蓄電システムに対するニーズはそれほど大きくはなかったが、震災以降、一般の人々も停電対策として蓄電システムに対する関心を持ち始め、注目度が高まっている。さらにピークカットを目的とし、LiB による定置型蓄電システムに対する補助事業のための予算を盛り込んだ平成 23 年度第 3 次補正予算が成立するなど、蓄電システム市場に対するニーズが俄然高まりを見せている。さらに、2012 年度から LiB を用いたシステムに対する補助の本格化が期待され、車載用 LiB の量産化によるコストの低下が進むと考えられることから、住宅用蓄電システム市場は拡大へ向かうものと予想される。

住宅用蓄電システムの参入事業者は電池メーカー、電気機器メーカーなどのほか、建設会社、コンサルティング会社、機械メーカー、商社、ハウスメーカーなど多岐に渡っている。これは住宅用の発電システムが蓄電池、コントローラー、インバーターなどを全て外部調達してシステムとして販売できる状態に作り上げられるため、参入のハードルはそれほど高くはなく、ある意味どのようなポジションにある企業でもオリジナルのシステムで市場参入することができるためである。

蓄電システムはその利用方法などに対する考え方によって、求められる性能が異なる。例えば非常用のみの用途であれば容量はそれほど大きくなくても構わない。また非常用の場合、充放電サイクルがそれほど多くないため、鉛蓄電池でもそれなりの寿命を確保することができる上、価格も安いので適している。ただ、非常時には移動が可能な可搬型のほうが使い勝手が良いため、LiB のように小型軽量であることが望ましいが、キャスターなどをつければ鉛電池でも対応は可能である。

一方、日常用を考えた場合、容量の大きなシステムにして繰り返し使用することを考えると LiB の方が寿命の面で望ましい。ただ、大容量であるため、コストを考えると鉛電池の方が安く済む。また、固定的に定置できるため、サイズが大きく重量も重くなるとしても、鉛電池を使用することも可能である。

このような利用特性を考慮して、各ハウスメーカーは電池の容量や電池の種類を選定しているものと思われるが、現在、住宅用の蓄電システムに用いられる蓄電池としては、鉛蓄電池の使用が多いものと見られる。これは、価格面におけるメリットとともに、安全性などを考慮した場合に、鉛蓄電池の実績の多さを重視していることが主な理由と考えられ

る。しかし、鉛と比較すると価格が高く、安全性についても鉛電池ほどの実績がないものの、性能面でエネルギー密度が高く、小型軽量化が可能というメリットがあることから、近年、LiB が有力になりつつある模様である。

LiB を採用した蓄電池としては、容量 2.5kWh のエリーパワー製のシステムが実機として採用されているほか、NEC も LiB を使用した家庭用蓄電池システムに参入し、2011 年 7 月より住宅メーカーなどの企業向けに販売を開始している。NEC では日産自動車の EV 向け蓄電池を生産しており、車載用と家庭用の部材を共通化することでコストを引き下げ、6.0kWh、系統連動型の LiB のシステムが 100 万円程度となっている。

ハウスメーカーの蓄電システム採用状況（予定含む）

	採用住宅モデル	システムメーカー	蓄電容量	電池
積水ハウス	グリーンファースト　ハイブリッド	GS ユアサ	8.96kWh	鉛電池
大和ハウス工業	スマ・エコ・オリジナル	エリーパワー	2.5kWh	LiB
ミサワホーム	SMART STYLE E	エリーパワー	2.5kWh	LiB
トヨタホーム	Since asuie（シンセ・アスイエ）	新神戸電機	8.4kWh	鉛電池
三洋ホームズ	「太陽光発電」＋「蓄電システム」	東芝	2.1kWh（最大）	鉛電池
アキュラホーム	めぐる ecoW、他	—	2.07kWh	鉛電池
エス・バイ・エル	SMART HOUSING	—	6.0kWh	LiB
住友林業	Smart Solabo (スマートソラボ)	フォーアールエナジー	12.0kWh	LiB
	予定	NEC	6.0kWh	LiB
積水化学工業	予定	NEC	6.0kWh	LiB
三井ホーム	予定	NEC	6.0kWh	LiB
旭化成ホームズ	予定	フォーアールエナジー	—	LiB

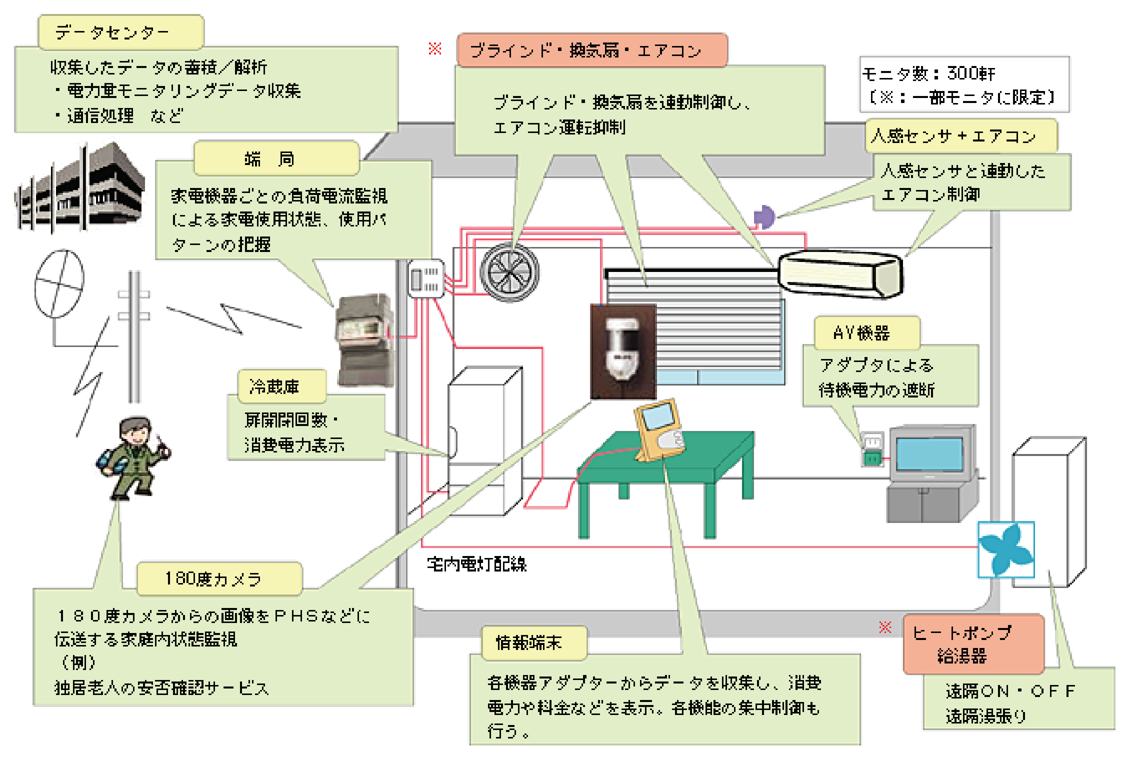
出所：矢野経済研究所

住宅用蓄電池システムについては今後 HEMS（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）と連携した蓄電システムが注目される。HEMS とは家庭においてエネルギーを使

用する機器をネットワークで接続、自動制御を行うシステムのことである。エネルギーの使用状況をモニターに表示することでエネルギー消費を抑制するように消費者に喚起したり、自動制御によりエネルギーの消費量を抑えることが可能となる。

HEMS はスマートハウスの中核をになう技術であり、日本国内においては立ち上がったばかりであるが、東日本大震災の発生後、にわかに注目度が高まっている。2011 年 7 月には電力会社、家電メーカー、自動車メーカーなど 10 社が HEMS の市場確立と普及を目的とした共同検討体制「HEMS アライアンス」を立ち上げた。複数の企業の機器を 1 つの HEMS 上で動かすための枠組みやガイドラインの策定を進めており、3 年を目途に何らかの成果を出したいとしている。今後、2013 年頃には各ハウスメーカーが標準搭載、本格販売に入る見通しとなっている。

HEMS の概要



出所：資源エネルギー庁 HP

HEMS アライアンス参加企業

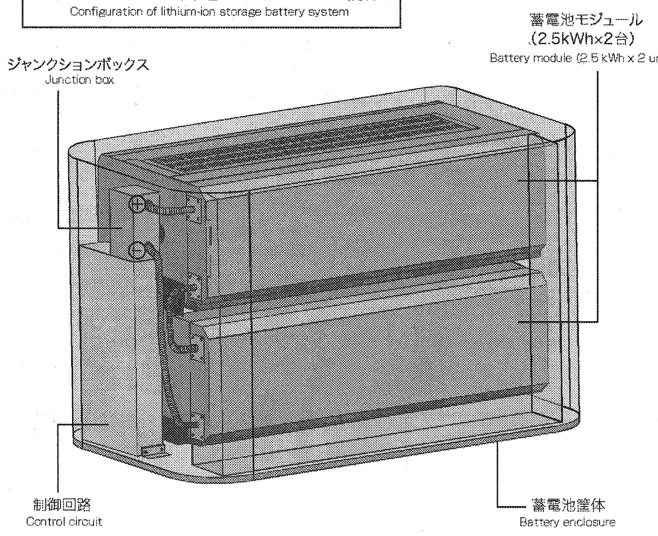
・KDDI 株式会社	・シャープ株式会社	・ダイキン工業株式会社	・東京電力株式会社
・株式会社東芝	・日本電気株式会社	・パナソニック株式会社	・株式会社日立製作所
・三菱自動車工業株式会社	・三菱電機株式会社		

出所：参加企業 HP より

そのような中、大手自動車部品メーカーのデンソーは 2011 年の東京モーターショーでHEMS 専用に開発したエネルギー量 5kWh の住宅用リチウムイオン蓄電池システムを参考出品した。そのシステムでは鉛蓄電池と比較して“2 分の 1 の小型化”と“4 分の 1 の軽量化”を実現、さらに、同時に長寿命化も実現したとのことである。今後、LiB の価格が下落してくると、実績を除けば多くの面で鉛電池よりも優位性が高くなるため、LiB のシステム採用が促進される可能性も高まる。

デンソー社製リチウムイオン蓄電システム（2011 東京モーターショー参考出品資料）

リチウムイオン蓄電池システムの構成
Configuration of lithium-ion storage battery system



リチウムイオン蓄電池モジュールの仕様（鉛蓄電池との比較）
Specifications of lithium-ion storage battery module(comparison with lead-acid storage battery)

	リチウムイオン蓄電池 Lithium-ion storage battery	鉛蓄電池 Lead-acid storage battery
エネルギー量(kWh) Energy (kWh)	5	5
体格 (mm) Dimension (mm)	H400xW650xD320	H820xW1400xD180
重量 (kg) Weight (kg)	80	380
エネルギー効率 (%) Energy efficiency (%)	96	90
寿命 (年) Lifetime (years)	10	8

上図蓄電システムの特徴

- リチウムイオン蓄電池の採用と蓄電池構造の最適設計により、鉛蓄電池に対して“2 分の 1 の小型化と“4 分の 1 の軽量化を実現
- 熱設計技術で蓄電池の自然空冷を実現。冷却機器駆動によるエネルギー消費を不要とし、エネルギー効率を向上
- 充放電させる電圧範囲を制御することで長寿命化を実現
- 蓄電池の状態を常時監視することで安全性を確保

出所：デンソーHP

また、容量ベース、金額ベースともに市場規模の 8 割以上が住宅用とされる太陽光発電システムも HEMS とともに今後のスマートハウスの普及に欠かすことができないシステムとなる。2009 年 4 月に当時の麻生首相が表明した「太陽光世界一プラン」において「太陽光発電システムの導入量を 2020 年に現在の 20 倍」という非常に高い目標を設定、この実

現のために上程された「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」が 2009 年 7 月に成立したことにより、新たに太陽光発電システムの余剰電力を一定期間優遇価格で電力会社に売却できる余剰電力買取制度の導入が決定、2009 年 11 月 1 日から実施された。

この買取制度では、発電能力 10kW 未満の住宅用太陽光発電システムが発電した電力のうち、システムが設置された住宅での消費分を除く余剰電力について、1kWh あたり 48 円（2009 年度、2010 年度）と、それまでの買取価格のおよそ 2 倍の単価で 10 年間電力会社に売却できることが定められた（2011 年度は 42 円/kWh）。これにより、太陽光発電システムの導入費用は既築住宅の場合で約 15 年間、新築住宅の場合では約 10 年間で回収することが可能となった。

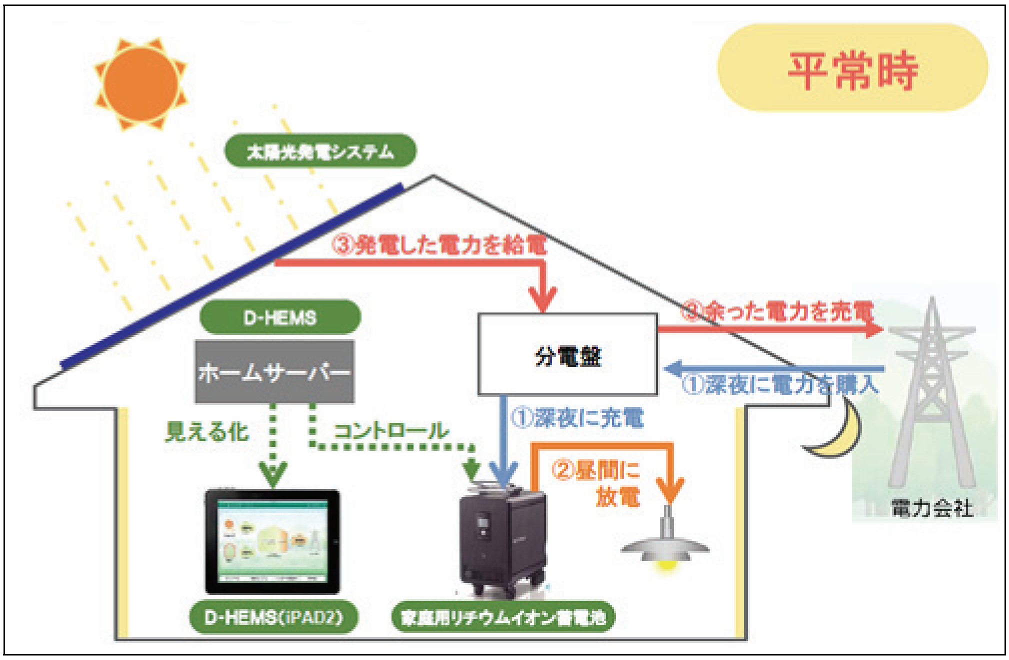
そのため、太陽光発電システムメーカーとしては、ユーザーに 10 年間でシステム導入コストを回収してもらうということをシステム販売価格の 1 つの目安にしているものと見られる。ただ、住宅用蓄電池に LiB を使用した場合、その目安を大きく上回る価格での販売となってしまうことから、これまで採用することは難しい状況にあったようである。

そのような中、大和ハウス工業は 2011 年 10 月に業界初となる、HEMS 制御によるリチウムイオン蓄電池を搭載したスマートハウス「スマ・エコ・オリジナル」を発売した。これは HEMS とリチウムイオン蓄電池、太陽光発電を組み合わせることにより、エネルギー使用量の削減を図ることを特徴としたシステムとなっている。このシステムに搭載する HEMS「D-HEMS」には蓄電池制御機能を持たせたことにより、充電や放電のタイミングを調整して経済的なメリットを享受することができる。昼間は太陽光発電システムで発電した電力を使用し、余った電力を電力会社に売り、夜間は割安な深夜電力を蓄電池に貯め、その電力を昼間に使用することができる。また、停電時には蓄電池から自動的に放電され、必要な機器に電力が供給されるという仕組みとなっている。

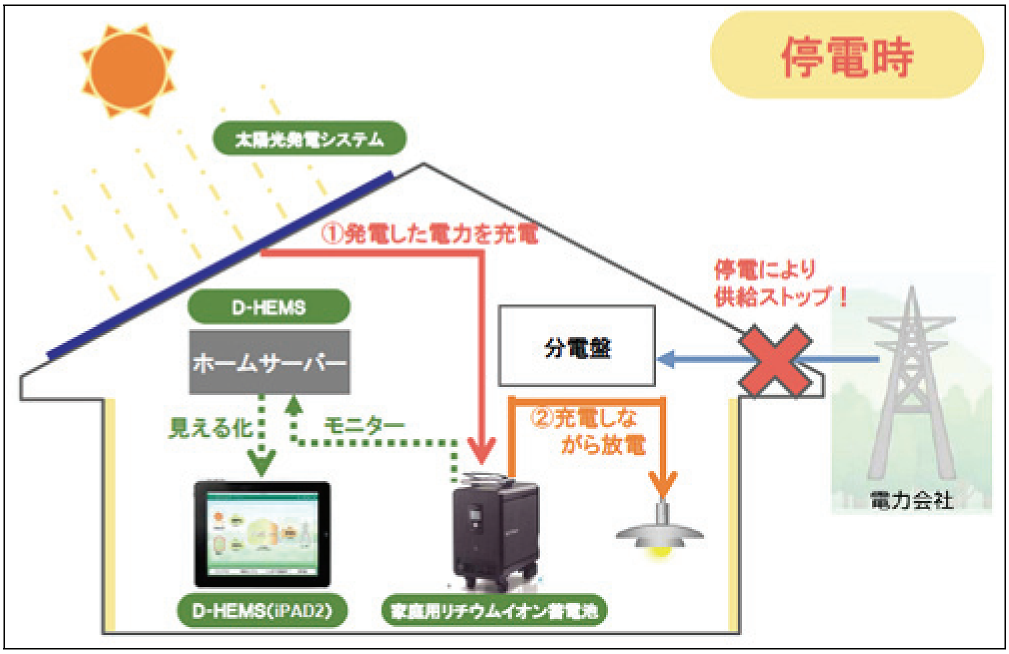
現在、HEMS 搭載の住宅においては蓄電システムも標準的に採用されるようになってきており、HEMS の需要拡大とともに蓄電システムの採用も広がりを見せている。今後、スマートハウス市場はさらに拡大していくものと見られており、そのことで蓄電システム市場の拡大に繋がるという期待感も高まっている。

またその中で、上述の「スマ・エコ・オリジナル」のように、太陽光発電や HEMS と組み合わせる蓄電システムに LiB を採用したシステムも発売された。その後も同様のシステム販売を予定している企業も出てきている。このような状況を踏まえると、今後、住宅用蓄電システムにおける LiB の需要が拡大していくことが予想される。

大和ハウス工業「「スマ・エコ・オリジナル」



昼間は、電力使用量を削減するために、太陽光発電システムで発電された電力を家庭内で使用し、余剰電力を電力会社に売電。夜間は、深夜電力を蓄電池に蓄え、蓄えた電力は昼間に優先的にリビングやダイニングなどの照明や家電に利用するので、電力会社から購入する電力を最大 2kWh 低減することができ、太陽光発電システムにより売電できる余剰電力を 22%増やすこともできます。



自動的に蓄電池からの放電モードに切り替わり、非常用電源として特定の照明や家電に電力を供給します。また、太陽光発電システムが発電している間は、充電しながら安定的に放電することができるため、長時間電力を供給することができます。

「スマ・エコ・オリジナル」のポイント

１．家庭用リチウムイオン蓄電池・「D-HEMS」・太陽光発電システムを組み合わせることにより、エネルギー使用量を削減し、非常時の安心を提供
２．「iPad® 2」をモニターに採用、「D-HEMS」による業界初の蓄電池制御と電力情報の「見える化」

出所：大和ハウス工業(株)HP

一方、業務用などのビルにおいては近年、BEMS（ビル・エネルギー・マネジメント・システム）と呼ばれるビル管理システムが導入されている。BEMS とはビル内の環境や、エネルギーの使用状況を把握し、その環境や状況に応じたエネルギー管理を行うことで省エネルギーにつなげるシステムのことである。

日本における業務用エネルギー消費量は家庭用のものと合わせると国内エネルギーの 3 割を占めると言われる。そのため、家庭部門とともに、業務部門におけるエネルギー対策も大きなテーマとなっており、2009 年には「エネルギー使用の合理化に関する法律」の一部が改正、いわゆる「改正省エネ法」が施行され、建築物におけるエネルギー管理が強化されることとなった。

また、1997 年の京都議定書以降に単を発した建築物の省エネルギーの必要性に対応するべく、経済産業省では 2002 年度より NEDO を通じて BEMS 導入に対する補助事業「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業費補助金(BEMS 導入支援事業)」を行っており、一定の要件を満たした事業者に補助を実施している。(2011 年度より NEDO に代わって一般社団法人環境共創イニシアチブが公募を行っている）

BEMS に LiB を搭載したシステムについては、経済産業省の「次世代エネルギー・社会システム実証地域」選定プロジェクトである横浜スマートシティプロジェクト(YSCP)の一環として大規模施設での実証実験が行われている。この中で、明電舎の BEMS と、NEC の EV 向け LiB 蓄電池技術を用いた大容量蓄電システムとを融合したシステムを開発するとしている。このシステムで使用される蓄電池は数百 kWh 規模のものであり、大型のオフィスビルや工場等の事業者が系統電力や発電機などの電力を最適に利用するために統合的に管理・制御することを目的として採用されている。本システムにより、個別の機器ではなく施設全体のエネルギー利用効率を考慮した制御が可能になり、エネルギーコストの削減や CO2 排出量の削減にもつながるとしている。

リチウムイオン蓄電池を用いたビルエネルギーマネジメントシステム(BEMS)の開発実証実験概要

1．システムの特徴

従来の BEMS による省エネルギー制御はビル内のエネルギー機器個々による制御が基本でしたが、BEMS に蓄電池機能などを付加することで、“施設全体のエネルギー利用効率”という概念での制御を可能にします。夜間電力を蓄えて昼間に使用する経済的な電力ピークシフトや、電力需要の変動に准じた最適な出力調整などにより、更なる省エネルギーを図ります。

また、地域内のほかのエネルギーシステム（家庭用エネルギーシステム、EV、地域エネルギーマネジメントシステム）とも連動し、融通性の高い需要制御システムを字具現します。

2．開発・実証試験の概要

横浜みなとみらい21地区の大型商業施設に､高度エネルギー制御機能を有する大容量蓄電池付BEMSを導入し、次の効果を検証します。

①電力の使用状況に応じた最も効率の良いエネルギー機器構成（組み合わせ）での運用制御

→エネルギー利用効率の向上と省エネルギーの実現を検証する

②地域エネルギーマネジメントシステム（CEMS）の要求に応じた需要制御

→横浜スマートシティプロジェクト(YSCI)地域内でのエネルギーの需給制御への寄与を検証

<スケジュール>

平成22年度

・コウッドエネルギー制御機能の開発

平成23・24年度

・大型商業施設への大容量蓄電池付 BEMS の導入　　・上記①の検証

平成25年度・26年度

・上記②の検証　　・全体評価

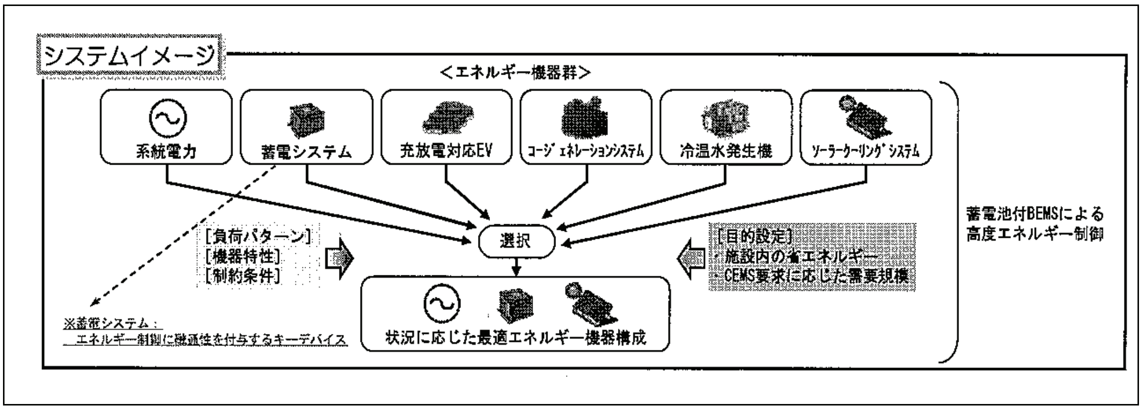
3．システムのイメージ

<システム構成>

■高度ビルエネルギーマネジメントシステム

■LiB（電池容量 250kWh）

■パワーコンバージョンシステム（容量 100ｋｗ）



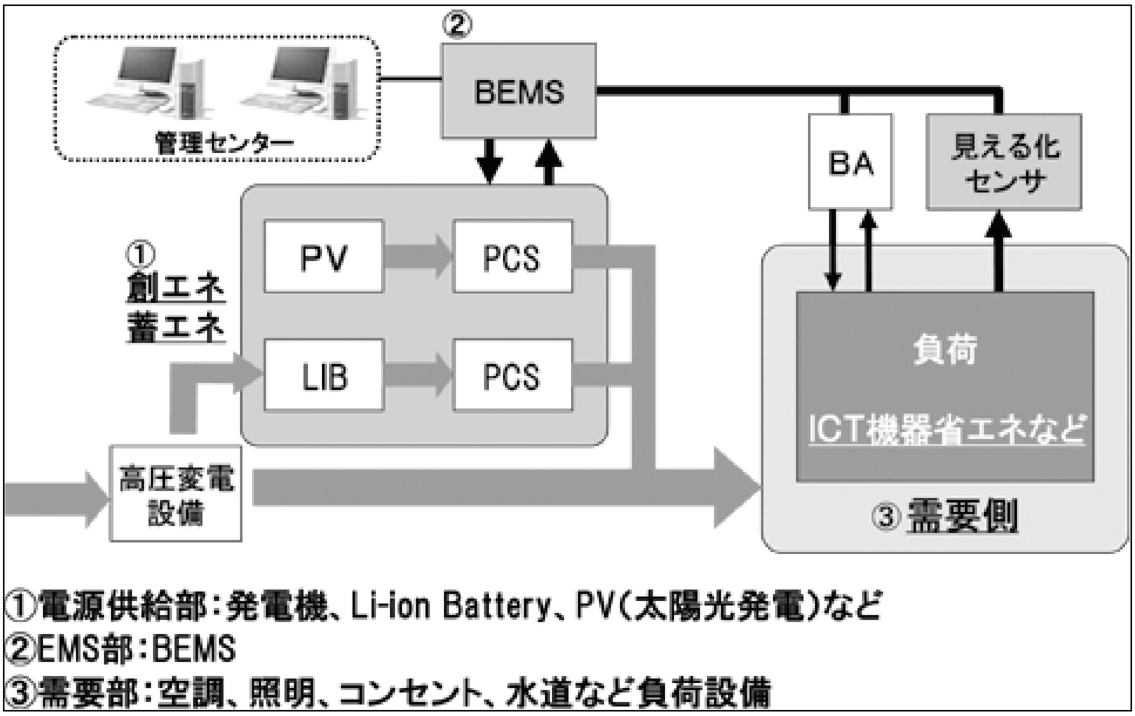
出所：NEC ホームページ

そのような中、2012 年 3 月には改正省エネ法をさらに改正することが閣議決定され、経済産業省がその改正案を国会に提出することが決定した。経済産業省によるとその法律案は、「蓄電池やエネルギー管理システム（HEMS・BEMS）等の活用により、電力需要ピーク時の系統電力の使用を低減する取り組みを行った場合に、その取り組みが評価される体系にする」とのことで、需要家側に対して電力ピーク時におけるより一層の努力を求める内容となっている。

このように、今後エネルギーを使用する側の努力がさらに求められることから、ピークカットにつながる BEMS の導入割合は高まっていくものと考えられる。また、BEMS の増加とともに蓄電池の採用数も増えていくことが予想されるが、その中で、容量などの性能面で優位にあり、今後の価格低下が見込まれる LiB の採用割合も高まっていくものと考えられる。

ただ、今回の調査で実施したアンケートでは、住宅用蓄電システムメーカー、蓄電池メーカー、太陽光発電システムメーカーなどに対し、「使用済 LiB の取り扱い経験」について質問したが、回答を得られた全企業において「取り扱い経験なし」との回答であった。EV が普及してまだ間もなく、使用済みとなった車両もほとんど発生していないことがこの理由であろう。

スマートビルのシステム構成例



出所：NEC ホームページ

4-2-1-2. UPS

UPS（無停電電源装置）とは、停電などの電源トラブルが発生した場合に、蓄電池に充電した電力を供給することで、重要なコンピュータシステムや生産設備等を守る電源システムである。小規模なサーバから、データセンターなど大規模なシステムや生産ラインまであらゆる重要な情報・通信・生産設備等を守るために必要な機器となる。

UPS は容量やバックアップ時間、方式等によりさまざまなタイプがあるが、一般的に大きい施設ほど大容量の UPS が用いられる。一般的に、家庭用であると 1 kW 以下、小規模オフィスで 1kW 以上、大規模なオフィスや公共施設、金融機関等では 10kVA～1000kVA 程度の容量となる。容量が大きくなるほど多数のバッテリーを内蔵するため、サイズが大きくなり重量も重くなる。

施設規模ごとの UPS イメージ

出所：TDK ラムダ HP

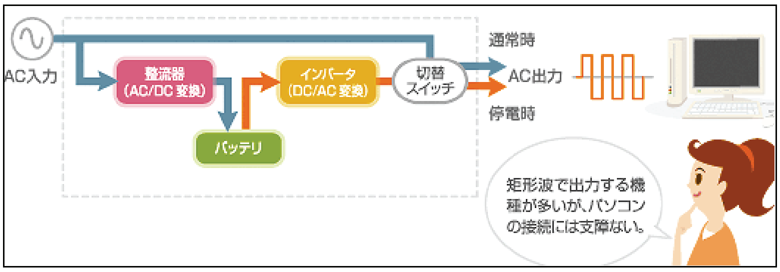
UPS の基本構成はコンバータとインバータ、切替スイッチ、バッテリーが主要なものとなっており、その給電方式としては主に「常時商用方式」、「ラインインタラクティブ方式」、「常時インバータ方式」の 3 つが挙げられる。

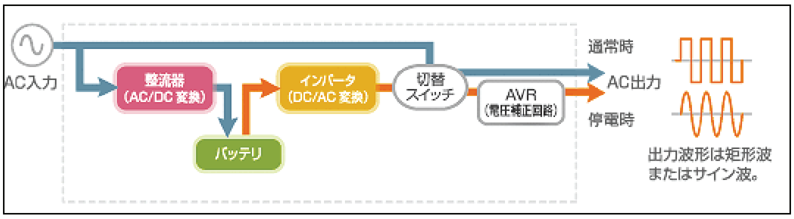
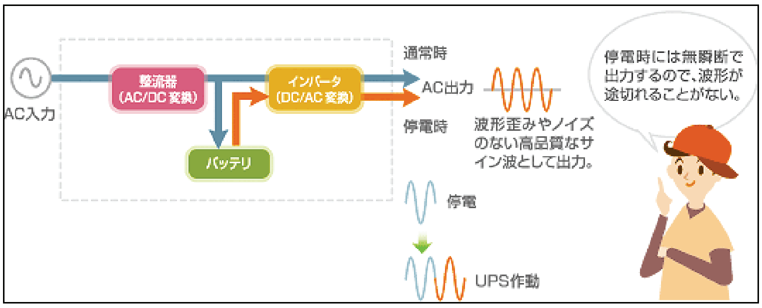
UPS の基本構成

コンバータ	電力を交流（AC）から直流（DC）に変換するための装置
インバータ	電力を直流(DC)から交流(AC)に変換するための装置。蓄電池から取り出された直流を交流電力へと変換するために使用する
切替スイッチ	UPS 電源と商用バイパス電源を無瞬断で切り替えるスイッチで、UPS 点検時または万一の UPS 故障時に適用する。
バッテリー	交流入力側電源異常時(停電、電圧低下など）に、あらかじめ充電された直流電力を放電する

出所：東芝 HP

UPS のタイプ別概要

<table>
<tr><th>方式</th><th colspan="2">内容</th></tr>
<tr><td rowspan="3">常時商用電源</td><td>原理</td><td>・最も簡易的な方式
・通常時はコンセントから送られてくる商用交流をそのまま出力しつつ、バッテリに整流器によって変換された直流電力を充電して蓄える
・停電時には切り替えスイッチが働き、インバータが作動、バッテリ電力を交流電力に変換して出力
・主に小型 UPS などに用いられる。

</td></tr>
<tr><td>長所</td><td>・構造が単純で小型低コスト</td></tr>
<tr><td>短所</td><td>・停電切り替え時に瞬断が発生</td></tr>
<tr><td>常時インバータ</td><td>原理</td><td>・交流入力を直流に変換しバッテリへの充電をしつつ、インバータによって交流に再変換された電力を常時供給
・中～大容量 UPS の大半がこの方式を採用</td></tr>
</table>

		
	長所	・停電時の瞬断がない ・定電圧定周波数の出力を安定供給 ・バッテリを増設することでバックアップ時間を容易に延長可能
	短所	・大型で価格も高い ・常時インバータが稼動するため、UPS 全体の消費電力が大きくなる
ラインインタラクティブ方式	原理	・トランスを用いた AVR（電圧補正回路）により、入力電圧の変動を自動的に補正 ・停電時にはインバータ給電に切り替え 
	長所	・比較的シンプルで低コスト
	短所	・停電時に瞬断を伴う（一部、瞬断がないものもある） ・電圧変動の多い場所ではバッテリーの消耗が早い

出所：TDK ラムダ HP・ユタカ電機製作所カタログなどより矢野経済研究所作成

UPS に用いられる蓄電池は鉛蓄電池が主流であったが、鉛蓄電池は LiB などの新型電池と比較して、価格が安い反面、エネルギー密度が低く大容量になるほど、体積が増え、重量も重くなり、結果的に UPS 自体が大型化し重量増となる。また、設置環境、特に高温下で電池の劣化が急速に進み、5 年程度で電池交換をする必要が生じるため、そのメンテナンスもユーザーにとって負担の一つとなっていた。この鉛バッテリーを LiB にすることで小型軽量化と省メンテナンス化を図ることが可能となり、寿命も 7～8 年程度と長くすることができる。ただ、UPS では通常、スペース面の余裕があるところに設置されるため、小型化につながるエネルギー密度がそれほど求められてこなかった。そのため、UPS メーカーとしては LiB を導入しても高くなったコスト分を回収できるだけのメリットがないとして、

導入が進んでいなかった。近年になってようやく LiB を採用するメーカーが出てきたというところである。

自動車用と UPS 用で仕様が異なるため、自動車用をそのまま UPS 用に転用できるわけではないものの、自動車向けの量産が UPS 向けの LiB 低価格化のきっかけになるものと考えられており、そのことで今後 UPS への LiB 採用は増加していくことが見込まれている。ただ、UPS への新品 LiB の採用も始まって間もない状況であり、ELV-LiB 採用に向けた具体的な話については今のところ確認できていない。

4-2-2. ELV-LiB リユース展望

4-2-2-1. 住宅用・業務用蓄電池

これまで見てきたとおり、住宅用の発電システムの蓄電池としては、これまで鉛バッテリーがメインに使用されており、LiB の導入はまだ始まったばかりである。今後は車載向けの量産等により、LiB の価格は下落していくことが見込まれているが、現在は新品の LiB を使用することで価格はどうしても高くなってしまう。

そのような中、次世代自動車の普及による ELV の発生台数増加に備え、住宅メーカーの旭化成ホームズと EV リーフを製造している日産自動車、電子機器メーカーのオムロンが住宅用の低価格蓄電池システムを共同開発することとなった。EV 用として使用する場合、充電や放電を激しく繰り返すため LiB に対する負荷が大きく、その寿命は 5～10 年と言われている。日産自動車が 2011 年にリーフの販売を開始したため、順調に行くと 2015 年ごろから同車に使用されていた LiB の交換需要が出てくることとなる。ただ、そのような形で交換された電池でも比較的負荷の少ない住宅用蓄電池として再利用が可能で、10 年以上は使用できると言われている。そのため、使用済みとなった電池の有効な再利用の方法として二次利用への取り組みが行われている。まだ使用済の車載用 LiB がほとんど発生していないこともあり、当面は新品電池を使用する予定であるが、将来的には使用済 LiB を使用することで価格の低減化を図ろうとしているようである。

このように、将来的に大量発生する可能性のある ELV-LiB については、大容量でエネルギー密度が高いため、自動車業界以外で LiB を使用する製品を製造しているメーカーにとっても魅力的なものとなる。また、その性能に対して納得できる価格で提案された場合にはリユース品を使用したシステムを購入したいというユーザーも出てくることが予想される。そのため、今後も上記事例のように使用済みとなった車載用 LiB を蓄電池として利用することで低価格商品を製造しようという取り組みを行う蓄電システムメーカーが出てくる可能性はある。

性能面について ELV-LiB と住宅用の新品 LiB とを比較する場合、ELV-LiB はその 5 年から 10 年以上前に製造されたものとなる可能性が高い。例えば、2020 年時点での新品住宅用 LiB との比較対象は、2015 年より前に販売された車両の ELV-LiB となる。2020 年時点の住宅用蓄電池は、よりその用途に適した性能となっている可能性が高く、それと 5 年以上前に製造された車載用中古 LiB との性能が比較されることとなる。先述したように、NEDO のロードマップによると、車載用と住宅用で今後の開発の方向性は異なる。車載用については航続距離に関わるエネルギー密度や、発進時や加速時に影響する出力密度、それに加え使用可能な年数を示すカレンダー寿命の向上が必要としている。それに対して、

住宅用蓄電池についてはカレンダー寿命とともに、使用できる回数を示すサイクル寿命の向上が必要としており、車載用と比較して寿命に対してウエートが置かれている。そのため、ロードマップ通りに開発が進んでいった場合には、寿命という点で大きな差が出る可能性がある。

2011 年 10 月には、NEC が寿命を従来の 2 倍以上に向上させた定置用リチウムイオン二次電池技術を発表した。一般的な家庭のエネルギー消費パターンに基づいて寿命予測したところ、初期の 70%まで低下するのに約 13 年、50%まで低下するのにおよそ 30 年以上となったとのことである。この技術を用いた住宅用蓄電池システムが発売されたとして、システムのほかの部材の劣化などを考慮せず、電池の寿命のみを考えると、ほぼ一生、システム購入後に電池の買い替えは必要ないこととなる。

NEC のリチウムイオン二次電池技術

	従来技術の性能	新技術の性能
初期の 70%まで低下	約 5 年	約 13 年
初期の 50%まで低下	約 15 年	約 33 年

出所：NEC ホームページ

一方で、車載用として使用できなくなった LiB は容量ベースで 70%程度は残存すると考えられ、新品と比較した場合には寿命に関して差が出る可能性があるものの、それでも 5 年や 10 年程度は使用できるものと見られる。また、使用済 LiB は自動車で使用されてきたことから、電池自体の初期不良はないというメリットが発生するという見方もできる。

このような性能面の差などを考慮した上で、それでもユーザーにとって魅力的な価格での提案ができれば、リユース LiB を使用した住宅用蓄電池システムの需要が発生する可能性があると考えられる。

車載用と住宅用二次電池の普及へ向けた目標値の比較

		2010 年	2015 年	2020 年
容積エネルギー密度	車載用	**250Wh/L**	**400Wh/L**	**600Wh/L**
	住宅用	250Wh/L	250Wh/L	250Wh/L
重量エネルギー密度	車載用	**100 Wh / kg**	**150 Wh / kg**	**250 Wh / kg**
	住宅用	100 Wh / kg	100 Wh / kg	100 Wh / kg
出力密度	車載用	**1.0kW/kg**	**1.2kW/kg**	**1.5kW/kg**
	住宅用	1.0kW/kg	1.0kW/kg	1.0kW/kg

サイクル寿命	車載用	およそ 1,000 回	およそ 1,000 回	およそ 1,000 回
	住宅用	**およそ 1,000 回**	**およそ 2,000 回**	**およそ 4,000 回**
カレンダー寿命	車載用	**5~8 年**	**8~10 年**	**10~15 年**
	住宅用	**5~8 年**	**10~15 年**	**15 年**

出所：NEDO「二次電池技術開発ロードマップ 2010」

※太字の数値は今後その用途で向上が求められるスペック

ただ、実際に中古 LiB を使用したシステムの製造・販売を行う場合には、その仕入確保と LiB 価格の下落という問題が生じることとなる。中古 LiB を組み込んだ蓄電池システムを安定的に販売していくためには、中古 LiB の調達先を確保する必要がある。使用済みとなった車両から LiB を取り出すことができるのは解体業者となり、取り出した LiB の所有権も解体業者に属する。そのため、入手方法としては解体業者から仕入れる方法が考えられ、その場合、解体業者に協力を依頼するなどの取り組みをしていく必要がある。ただ、LiB を搭載した車両がどの地域で、どの程度使用済みとなるのかという予測は難しい。また、解体業者 1 社が ELV の引き取りに行くことができる範囲は、運搬車両の燃料代などを考えると、遠くても 50km ほどの範囲となる。このような事情から、リユースをしようと考えた事業者が中古 LiB を安定的に調達しようとした場合、全国各地の解体業者と契約を結ぶなどの対応の必要性が出てくる。

しかし、解体業者に対しては自動車メーカーも LiB の回収を呼びかけている。EV よりも先に普及している HV については使用済みとなる車両も増えてきているが、そこに搭載されていた NiMH 電池の回収状況については、178 頁で見たように、85%程度がメーカーに引き渡されている。この状況を勘案すると、今後発生することになる使用済 LiB についても自動車メーカーによる回収が多くなるものと考えられ、それ以外の企業が解体業者の協力を取り付けることは困難となることが予想される。

また、価格面について、車載用 LiB の新品価格は使用済 EV が発生しはじめる 2015 年ごろには 1kWh あたり 3 万円程度に、2020 年には同 2 万円程度に下がることが必要とされている。住宅用蓄電池は車載用とは仕様が異なるため、次世代自動車が量産されて車載用 LiB の価格が低下したとしても、住宅用蓄電池の価格がそれと同じペースで下落していくわけではない。しかしながら、NEDO の「二次電池技術開発ロードマップ 2010」によると、住宅用についても 2015 年には 1kWh あたり 4 万円程度に、さらに 2020 年には同 2 万円程度と車載用と同程度の水準まで下げることが目標値として掲げられている。そのため、解体業者から LiB を買い取る際に、しばらくの間は自動車メーカーが提示する回収料金と比較して高い金額を提示できるかもしれないが、年々、その提示額を低くしていかざるを得なくなり、解体業者に対して価格面でのメリットを示すことができなくなる可能性が高い。

車載用と住宅用二次電池の目標価格比較（kWh あたり）

	2010 年	2015 年	2020 年
車載用	100,000～200,000 円	30,000 円	20,000 円
住宅向け	100,000～200,000 円	40,000 円	20,000 円

NEDO「二次電池技術開発ロードマップ 2010」

そこで、あくまで参考となるが、NEDO のロードマップを基に、2015 年と 2020 年におけるリユース ELV-LiB と新品の住宅用 LiB との価格を比較した。その結果が下記のものであるが、住宅用新品価格が低下していくことで、ELV-LiB との価格差は縮小している。新品の性能がその用途向けに向上していく中で、中古品との価格差も縮小していくのであれば、新品需要が拡大し、リユース需要が押し下げられていく可能性が高いことは間違いないであろう。

（参考）リユース ELV-LiB と新品住宅用蓄電池との価格比較

試算条件

・住宅用蓄電システムに必要な容量を 9kWh とする

・リユース ELV-LiB の価格は住宅用 LiB 新品価格の 60%とする

・車載用と住宅用の仕様の違いは考慮しない。

試算結果

2015 年	リユース ELV-LiB	40,000 円×0.6×9kWh=216,000 円
	住宅用 LiB 蓄電池	40,000 円×　　9kWh=360,000 円
2020 年	リユース ELV-LiB	20,000 円×0.6×9kWh=108,000 円
	住宅用 LiB 蓄電池	20,000 円×　　9kWh=180,000 円

※価格は推定

このように、仕入確保の難しさ、今後の LiB 価格下落という点を勘案すると、第三者企業が中古 LiB の仕入れルート確保に苦労している間に、新品 LiB の価格が低下して中古品を使用するメリットがなくなってしまう可能性は低くないと言える。

以上の状況をまとめると、当面は使用済 LiB を使用した蓄電池システムへの需要が発生する可能性は高いものの、新品 LiB の価格低下等の理由により、システムメーカーとしては大きなメリットを打ち出すことが難しくなっていく可能性が高い。そのため、住宅用蓄電池システムメーカーの中で中古 LiB の使用に傾倒した商品作りを行う企業は多くは出て

こないものと考えられる。新品 LiB の使用を基本とした製品作りを行いながら、それと平行して中古部品の利用についての研究を行い、価格面や必要個数の調達といった問題点の解決に目処が立った場合にのみ、中古 LiB を使用した製品の販売を本格的に行う企業が見られるという程度ではないかと思われる。

4-2-2-2. UPS

UPS についても住宅用蓄電池と同様に、鉛バッテリーを使用したシステムと LiB を使用したシステムとを比較すると、小型軽量化を図ることが可能になるなど、LiB 使用のメリットは大きい。ただ、今までは LiB のコストの高さを理由としてその採用が進んでいなかった。近年、ようやく LiB を採用するメーカーが出てきたものの、車載用の量産化による LiB の価格低下に期待が寄せられている状況であることに変わりはない。　ただ、車載用 LiB が低価格化したとしても、UPS 向けの価格が車載用と同じペースで下落していくわけではない。その中で、車載用と UPS 用それぞれについて、今後向上が求められる性能を比較すると、UPS についてはカレンダー寿命が特に重視されている。UPS 用の蓄電池は主に停電時などに機能することが求められるため、機能を発揮する頻度自体が多いわけではない。また、先述したように、UPS の交換頻度が高くなることによりメンテナンスのためのユーザー負担が大きくなるため、長期間常に性能が発揮できる状態にあることが求められる。NEDO では 2020 年時点の UPS 用 LiB について、「長寿命化による電池交換回数の削減ができる場合、電池交換回数の多い競合製品の価格が 1kWh あたり 20,000 円、自社製品が 60,000 円でも優位性を出せる可能性がある」としており、それだけ、UPS に用いられる蓄電池には寿命、特にカレンダー寿命の向上が求められている。

車載用電池と UPS 用蓄電池との普及へ向けた目標値の比較

		2010 年	2015 年	2020 年
容積エネルギー密度	車載用	**250Wh/L**	**400Wh/L**	**600Wh/L**
	UPS 用	200Wh/L	200Wh/L	200Wh/L
重量エネルギー密度	車載用	**100 Wh / kg**	**150 Wh / kg**	**250 Wh / kg**
	UPS 用	70Wh / kg	70Wh / kg	70Wh / kg
出力密度	車載用	**1.0kW/kg**	**1.2 kW/kg**	**1.5kW/kg**
	UPS 用	2.0kW/kg	2.0kW/kg	2.0kW/kg
サイクル寿命	車載用	およそ 1,000 回	およそ 1,000 回	およそ 1,000 回
	UPS 用	およそ 1,000 回	およそ 1,000 回	およそ 1,000 回
カレンダー寿命	車載用	**5~8 年**	**8~10 年**	**10~15 年**
	UPS 用	**5~8 年**	**10~15 年**	**15 年**

出所：NEDO「二次電池技術開発ロードマップ 2010」

※太字は今後向上が求められる項目（寿命は各用途に使用する場合）

車載用リユース LiB と新品 LiB との価格を比較すると、1kWh あたり単価を一定とした

場合、当然、その容量が大きくなるほどにシステムの価格差は開いていくこととなる。そのため、価格面だけを見ると、大型になるほどリユース品を使用するメリットが大きくなるということとなる。ただ、先述したように UPS 用の LiB については寿命が特に重要視されている。これは寿命が短いと交換の回数が増え、交換時の費用や手間など、ユーザーの負担が増えてしまうためであるが、大型になればなるほど交換時の負担は増えることとなる。そのため、新品バッテリーとリユースバッテリーとを比較する場合には、リユース ELV-LiB を UPS 用に再利用した場合の寿命や交換にかかる手間、価格とを比較することになり、その上でユーザーにとってリユース品を使用するメリットがある場合には需要が発生することとなる。例えば、UPS 用の新品 LiB と比較して寿命が半分程度であるが、その分価格も半額程度ということであればリユース品を選択したいというユーザーも出てくるであろう。このように、価格と寿命のバランス次第では ELV-LiB を使用した UPS システムの需要が発生する可能性はあるものと考えられる。

しかし、価格面の魅力からリユース品に対する需要が発生したとしても、LiB の今後の価格下落と中古 LiB 確保の難しさという点でリユース品を使用したシステムの販売は困難となることが予想される。すでに述べているように、新品 LiB と中古 LiB との価格差は年々縮小していくことが予想されており、その点は中古 LiB の需要拡大には不利となる。また、自動車メーカーも回収を行っている中で回収ルートの確保が難しいことも住宅用蓄電池の箇所で記述した通りである。これらの点を考慮すると、やはり中長期的にはリユース LiB を使用した UPS の市場が拡大していくことは考えづらい。そのため、UPS についても住宅用蓄電池と同じように、価格の動向や調達面に関する課題解決の可能性を探りながら、それらの問題点をクリアできた場合にのみ、本格的に製造や販売を行っていこうとしていくメーカーが出てくるという程度ではないかと考えられる。

参考として 2015 年と 2020 年それぞれにおいて、リユース ELV-LiB を使用した場合と、新品の UPS 用 LiB を使用した場合との価格を試算した。基本的な試算方法は 228 頁で行った住宅用のものと同じ方法である。ただ、UPS については 2015 年と 2020 年それぞれにおいて、NEDO で目標値として掲げている価格に幅があるため、最安値と最高値の両方の価格で試算を行った。ELV-LiB と新品 UPS 用 LiB の最安値とを比較すると、2015 年では 24 万円、2020 年では 16 万円となっている。UPS 用蓄電池が、よりその用途に適した開発がされている中でこの価格差であるとすると、最安値の場合は UPS 向けにリユース ELV-LiB 市場が成立する可能性は低い。
一方、新品 UPS 用 LiB を最高値とした場合の比較では、2015 年、2020 年ともに 48 万円という差となっている。リユース品を使用する最大のメリットは価格にあるため、新品 LiB の性能が高いとしても、この程度の差が発生した場合にはリユース LiB の需要自体は発生する可能性が高いのではないかと考えられる。ただ、それに対してどの程度の供給が

可能となるかが問題ということになる。

車載用とUPS用二次電池の目標価格比較（kWhあたり）

	2010年	2015年	2020年
車載用	100,000～200,000円	30,000円	20,000円
UPS向け	100,000～200,000円	30,000～60,000円	20,000～60,000円

出所：NEDO「二次電池技術開発ロードマップ2010」

（参考）リユースELV-LiBと新品UPS用蓄電池との価格比較

試算条件

・UPS装置はビルや工場等に向けた大型のものを想定し、容量を20kWhとする

・リユースELV-LiBの価格はUPS用LiB新品価格の60%とする

・車載用とUPSの仕様の違いは考慮しない。

試算結果

①UPS用LiB最安値の場合

2015年	リユースELV-LiB	30,000円×0.6×20kWh　=　360,000円
	UPS用LiB(最安値)	30,000円　×20kWh　=　600,000円
2020年	リユースELV-LiB	20,000円×0.6×20kWh　=　240,000円
	UPS用LiB(最安値)	20,000円　×20kWh　=　400,000円

②UPS用LiB最高値の場合

2015年	リユースELV-LiB	60,000円×0.6×20kWh　=　720,000円
	UPS用LiB(最高値)	60,000円　×20kWh　=1,200,000円
2020年	リユースELV-LiB	60,000円×0.6×20kWh　=　720,000円
	UPS用LiB(最高値)	60,000円　×20kWh　=1,200,000円

5．国内に於ける ELV-LiB リユースのための技術動向

5-1．品質点検（劣化診断）技術動向

EV に搭載されている LiB は車両の使用頻度や使用環境により、そのペースは異なるものの、電池容量や出力量が低下するなどの劣化現象が生じる。電池容量が低下した場合、自動車として走行することは可能であるものの満充電時の航続距離が短くなる。i-MiEV を販売している三菱自動車では、電池容量は、5 年経過時で新車時の 80%、10 年で 70%程度まで低下するのではないかと予測している。また、日産自動車もリーフに搭載している LiB の劣化予測を 5 年経過時で新車時の 80%としている。

一方、出力量は発進時や加速時に必要なパワーである。EV は発進時の加速において高い出力を必要とするが、その際に必要な出力量が出ないとなるとエンスト状態に陥り自動車が停止してしまうという危険性がある。その出力量の目安が新車出荷時の 70%程度とされ、それ以下では自動車用としての機能を果たすことができなくなる。

しかし、自動車用としては使用できなくなった LiB であっても、定置用蓄電池（住宅用や産業用）など、自動車ほど高い出力を必要とされない用途に向けたものであれば使用することは可能となる。ただ、具体的に電池がどの程度劣化しており、他の用途向けにどのくらいの期間使用できるかということが分からなければ具体的な価値が定まりづらくなる。そのため、ELV-LiB の使い方を決める際には、まずは電池の劣化診断を行う必要がある。

ただ、LiB を解体しないで行う非破壊での劣化診断技術の開発は難しく、長年の課題となっている。どこかの時点で急激に性能が劣化する可能性が高いと言われているが、それがいつのことであるのか、もしくはどのくらいの回数を使用した後なのかということの判定が難しい。自動車メーカーや電池メーカーを中心にそのような研究が行われているものと見られるが、実際に 5 年あるいは 10 年という期間使用された車両がなく、精度の高い診断を行うためのデータが十分に集まっていないものと見られる。新車時から 5 年経過後の容量の劣化について三菱自動車や日産自動車が「予測」としているのも、そのようなことが理由と考えられる。

また、自動車メーカーは ELV から取り出した LiB 再利用の事業化に向けて商社や電池メーカーと組んで実証実験を行っている段階であり、電池メーカーについても技術的に製造面での機密事項が含まれているなどの理由があり、劣化診断についての研究結果について情報を公開していない。そのため、それ以外の第三者としては劣化診断技術の研究がしたくてもしづらい状況のようである。特許の取得状況を見ても、その多くが HV や EV を製造している自動車メーカー、もしくはそれら車両用に電池を供給する電池メーカーによるものとなっている。

ただ、そのような状況の中でも、研究を進めている第三者企業もあるとされる。そこで開発されている技術は、製造メーカーを問わず LiB の劣化状況を診断できるものとして開発が進んでいるようである。このような技術が完成し、劣化診断装置が市販された場合には、LiB のリユースを行う企業は自社での劣化診断技術開発よりもそれらの装置を購入していくことになるであろう。

今後、自動車メーカーや電池メーカーからの情報開示が進めば、劣化診断技術の開発も進むことが予想される。しかし、先述したように機密事項保持のため今後もそれは期待できないと考えた方が良いだろう。そのため、ELV-LiB のリユースを希望する企業にとっては、自動車メーカー・電池メーカー以外の企業などによる技術開発の進展に期待がかかることとなる。

LiB の劣化診断に関する特許取得事例

出願者 （出願時期）	技術内容
日産自動車 (2008 年 10 月 2 日)	・電圧調整段階、電流検出段階、および推定段階を有する劣化診断方法 電圧調整　→リチウム二次電池の端子間電圧を第 1 の電圧から第 2 の電圧に変化させる 電流検出段階→LiB から流出する電流または LiB へ流入する電流を測定する。 推定段階　→前記検出される電流に基き、電池の内部に析出しているデンドライトの析出量を推定する。 ・リチウム二次電池の内部に析出するデンドライトが微短絡を引き起こす前に同物質の析出量を推定し、デンドライトを除去することが可能となり、リチウム二次電池の寿命延長につなげることが可能となる
トヨタ自動車 (2010 年 6 月 7 日)	・正極容量維持率、負極容量維持率および電池容量維持率とリチウム析出量の推定を行うことで劣化診断を行うシステムと方法 ・劣化状態の LiB を解体することなく、再利用（リサイクルおよびリユース）の可否を適切に判定することが可能
現代自動車 (2010 年 10 月 8 日)	・下記 3 ステップを含む劣化診断方法 内部抵抗推定ステップ　→セルの電流及び電圧を測定し、その結果を用いて各単位セルの内部抵抗を推定 使用可能容量及び使用可能出力算出ステップ →推定された各内部抵抗における使用可能容量及び使用可能出力を格納されている内部抵抗と使用可

出願者 （出願時期）	技術内容
	能容量及び使用可能出力のデータテーブルから導き出す セル劣化診断ステップ　→導き出された使用可能容量及び使用可能出力によって各単位セルが劣化しているか否かを診断する ・セルの劣化診断により、バッテリーパックの劣化を防ぐことにつながる
GS ユアサ (2009 年 5 月 21 日)	・充電、放電させている際に、劣化を合わせて診断する ・充放電による変化量の最大・最小における端子間の電圧を測り、初期値と比較することで劣化を診断する
東芝 (2009 年 9 月 30 日)	・電池容量、内部抵抗のいずれかの劣化の影響を受けても正しい特性評価を 1 回で行える ・一定電圧・時間における端子間の電圧と、充放電の電流量を積算し、最大・最小値となるタイミングを測り、基準となる端子間電圧・電流値に基づいて比較し劣化診断を行う。
デンソー (2010 年 7 月 5 日)	・電池への負荷を軽減するとともに短時間で電池の劣化を検査できる検査方法、及び検査装置

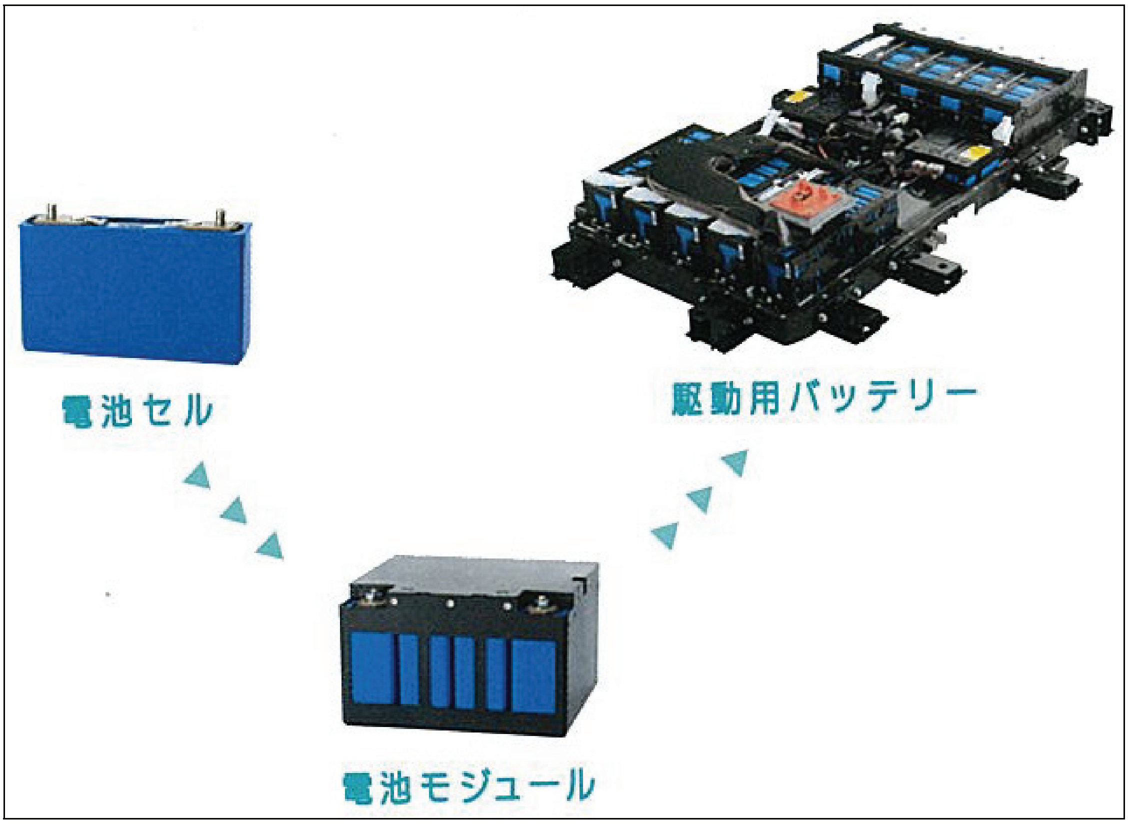
各種資料より矢野経済研究所作成

5-2. 分解、モジュール、システム構成変更技術動向

5-2-1. 分解技術動向

EV の LiB はパックと呼ばれる状態で車両に搭載されている。最小単位であるセルと呼ばれるものを組み合わせて外装ケースを装着したモジュールと呼ばれる状態にし、さらに、そのモジュールを複数組み合わされてケースにまとめたものがパックとなる。そのため、電池を再生するには、パックからモジュールの状態にしてモジュール単位での交換や再生、もしくは、モジュールからセルの状態にしてセル単位での交換、再生を行う必要がある。

i-MiEV 用 LiB のセル、モジュール、バッテリーパックの各状態



出所：三菱自動車 HP

LiB はエネルギー密度が高く衝撃を受けるなどの理由で発火してしまうといった危険性があるため、パックにするための外装ケースは非常に強固なものとなっている。ただ、この外装ケースはネジなどで組み立てて形成されているため、手で分解することも、分解したものを再度パックに戻すことも可能である。

しかし、モジュールにするための外装ケースはパックのケースとは異なる方法で組み立てられており、セルの状態にするためには基本的にはそのケースを壊すしかないようである。その方法について特許も取得されているが、内容を見ると、やはり切削工具を用いて切断するなど、モジュールのケースを壊す方法となっている。ただ、このような方法でモジュールを壊してセルの状態にしても、現状では再度モジュールにするためのケースを自動車メーカーや電池メーカーは外販していないため、車両に使用されていたものと同じ状態でモジュールに戻すことは難しい。自動車メーカーや電池メーカーがその構造を変え、モジュールからセルへの解体が容易なケースを作成する、あるいは現状の外装ケースを販売するという話も現段階では聞かれていない。

以上のことから、自動車メーカーや電池メーカー以外の第三者が車両向けにELV-LiBの再生を行う場合、セルの交換は 実質的に難しく、モジュール単位での交換をせざるを得ない。今のところ、セル単位での再生をしたバッテリーについては、車両向け以外の用途に限られる可能性が高いものと見られる。。

電池の二次解体方法

タイトル	申請時期	申請者	内容
モジュール電池の分解方法 公開番号：2010-92758 (P2010-92758A) 出願番号：2008-262697 (P2008-262697)	2008/10	野村興産	・二次電池の単位セルが複数積層され、かつ接続された構成を有するラミネート型電池と外装ケースとを含むモジュール電池を分解する方法 ・具体的にはモジュール電池をプレス機の固定部に固定し、プレス機の可動部に取り付けられた型抜き刃により外装ケースの一方の面をその外縁に沿って切断開封する ・ノコギリ状の歯を有する型抜き刃を用いることによって外装ケースの上面を容易に切断開封することができる ・モジュール電池の側面及び底面と密着する受け型を使用して固定することで正確に効率よく切断することができる

各種資料より矢野経済研究所作成

5-2-2. リユース技術

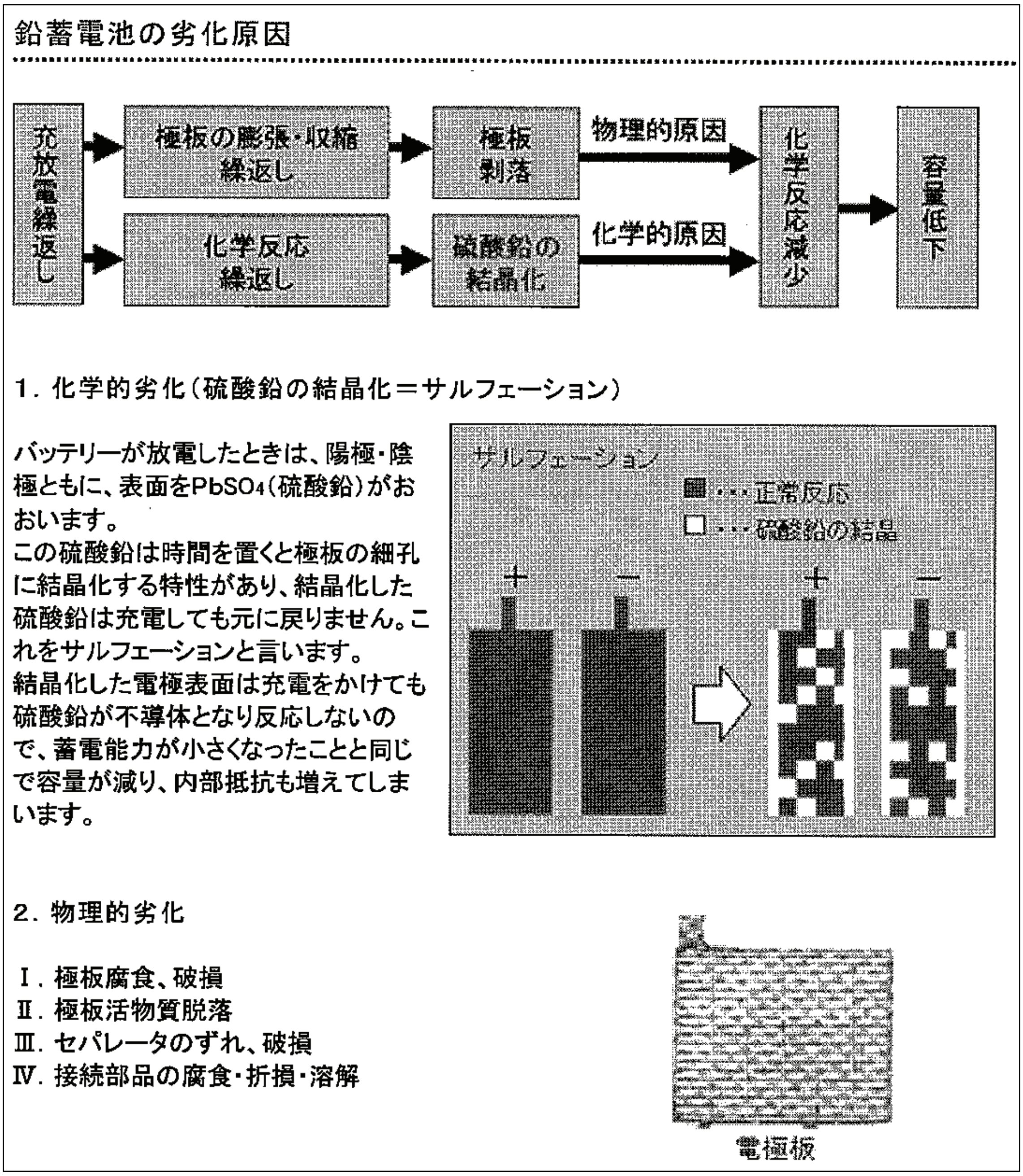
自動車として現在までの主力であるガソリン車に搭載されている鉛バッテリーについては、人体や環境に有害な鉛などの成分を含んでいるため、使用済みとなっても一般の廃棄物として処理することができない。そのため、電池メーカーや電池工業会を中心として、リサイクルのために回収するシステムが整えられている。ただ、鉛バッテリーには、鉛など資源的価値のある物質も使用されているため、業者間では有価物として取り引きされている。鉛バッテリーについては再生技術が確立されていることから、使用済鉛バッテリーを購入する業者の中にはバッテリーを再生して販売する業者も存在している。そのような鉛バッテリー再生業者がバッテリーを再生させるために、まず行うのが劣化診断であるが、鉛バッテリーの劣化メカニズムは化学的な劣化と物理的な劣化とに大きく分けられる。

まず、科学的劣化については、サルフェーションと呼ばれる現象が劣化を起こすとされている。鉛バッテリーは放電した際に、表面に硫酸鉛が析出し陽極と陰極の極板を覆い、固く結晶化する。この現象をサルフェーション現象というが、サルフェーションは電気を通さないため、極板が覆われてしまうことにより、極板において化学反応を起こすために有効な面積が減少、最大通電量が減少する。また、鉛や硫酸など本来蓄電をさせるための物質もサルフェーションの形成により減少するため、蓄電能力が劣化することとなる。

一方、物理的劣化については、振動などの物理的な現象により電極板表面の鉛が剥がれてしまうことで電極版の有効な表面積が小さくなり、蓄電能力の低下につながるというメカニズムとなる。

このうち、物理的劣化については再生が難しいようであるが、科学的な原因により劣化したバッテリーについては劣化の原因となるサルフェーションを取り除くことにより、蓄電能力の回復を図ることが可能となっている。

鉛蓄電池の劣化メカニズム



出所：株式会社 B.R.S

鉛バッテリーのリユースに関する特許取得事例

	出願者（出願時期）	技術内容
鉛蓄電池の再生方法およびその装置	間瀬　俊三	・劣化した鉛電池にポリビニルアルコール又はポリアクリル酸を添加し、2C 以上、好ましくは 3C 以上の大電流で 1

	出願者（出願時期）	技術内容
		ないし 60 秒間、鉛蓄電池を放電し、その後単電池の端子電圧が 2.25 ないし 2.6Vとなるまで充電する充放電サイクルを 50 回以上、自動的に反復する大電流放電－充電反復処理からなる鉛蓄電池の再生方法およびその装置。
中古鉛蓄電池再生／新品鉛蓄電池容量増大方法	株式会社パルステックジャパン	・第１の電解液として希硫酸を用いた鉛蓄電池から該電解液を抜き取り、第１の電解液が抜き取られた鉛蓄電池に、純粋 39～60％と硫酸化合物 5～15％とコロイド状の珪石 20～30％とを含む第２の電解液を注入し、第２の電解液が注入された鉛蓄電池の陽極と陰極の間に 12000～35000Ｈｚの直流パルスを印加することにより、陽極と陰極とからサルフェーションをイオン化して解離させ、直流パルスの印加と同時に又は直流パルスの印加終了後に、陽極と陰極との間に直流電圧を印加して充電することにより、中古鉛蓄電池を再生させ又は新品鉛蓄電池の容量を増大させることを特徴とする中古鉛蓄電池再生／新品鉛蓄電池容量増大方法。
鉛蓄電池再生方法および再生装置	株式会社 JBR	・両極板表面に析出して鉛蓄電池の内部抵抗の増加や容量低下の原因となる硫酸鉛を、比較的小さなベース電流を流しながらその何倍ものパルス電流を間欠的に印加することにより、硫酸鉛を本来の極板の活物質である二酸化鉛（陽極）と海綿状鉛（陰極）に再生することを可能にする。

各種資料より矢野経済研究所作成

しかし、LiB については、鉛バッテリーとは使用されている物質が異なることから、その技術をそのまま転用することはできない。そのため、LiB の再生のためには新たに技術開発をする必要がある。ただ、リビルト業者は市場で回収したものをリビルトする中でノウハウを蓄積していくのであるが、劣化した車載用 LiB 自体が発生していないため、現時点では技術開発自体が難しい状況である。このような理由から、自動車用 LiB の再生を図る特許の取得件数は多くはないようである。取得した企業を見ても、日産自動車と日立ビークルエナジーの特許が確認できたが、劣化診断技術と同様に、自動車メーカーと電池メーカーによるものであった。

取得された特許内容を見ると、日産自動車の特許は電池に電解液を再注入して電極を再生することにより電池を再利用できるようにするというもので、セル単位での再生を図っ

ている。一方、日立ビークルエナジーはモジュールレベルで電池性能を判断し、そのモジュールの性能がより発揮されるシステムに組み込むという方法で特許を取得している。こちらはモジュール単位の交換をする方法で特許を取得していることとなる。

使用済 LiB リユース関連特許取得事例

	出願者（出願時期）	技術内容
電極再生技術	日産自動車 (2010 年 7 月 26 日)	・使用済 LiB の電極を極性溶媒で洗浄し、活物質粒子表面に付着した Li を含む劣化物を洗い流す ・その後、十分乾燥して洗浄溶媒を揮散させ乾燥した電極を有する電池に再注液する LiB の電極再生方法 ・これにより、塗工された電極の形態を保持したまま、その電極を再生・再利用して再生電池を得ることが可能
電池情報管理装置・システム	日立ビークルエナジー (2011 年 2 月 7 日)	・電気的特性情報または使用履歴情報は、電池コントローラにではなく、二次電池モジュールの電池情報記憶手段に記憶される ・解体した二次電池モジュールを電池情報管理装置または端末装置に接続し、その記憶手段に記憶されている二次電池モジュールの電気的特性情報または使用履歴情報を読み出すとともに、二次電池リユースのためのグレード分けを行い、それらの情報を電池情報データベースに蓄積する。 ・電池情報データベースは、通信ネットワークおよび端末装置を介してどこからでもアクセスすることができるので、二次電池モジュールのリユースを円滑にかつ効率よく行うことが可能となる
二次電池リユース方法	日立ビークルエナジー (2011 年 2 月 7 日)	・2 つのシステムを使用し、それぞれのシステムに用いられた二次電池モジュールの許容限界値の下限値を測定、下限値が低い方のシステムで使用された二次電池モジュールの性能がその許容値に到達したところで、下限値の高いもう 1 つのシステムに適用するようにしたリユースシステム ・大型の二次電池を繰り返し再利用することができるようになるので、二次電池の廃棄量を削減することができ、また、二次電池の価格を低減することができるようになる

各種資料より矢野経済研究所作成

5-3. その他技術動向

LiB を搭載した次世代自動車には、バッテリーを管理するユニットとして BMU（バッテリー・マネジメント・ユニット）と呼ばれるシステムが搭載されている。BMU とは、LiB の性能を最大限引き出すために、バッテリーの状態を監視し、EV のシステムを統括するユニット（ECU）へと情報を伝達するシステムのことである。i-MiEV の BMU を製造している三菱電機によると、BMU の主な働きを下表の 5 点としている。

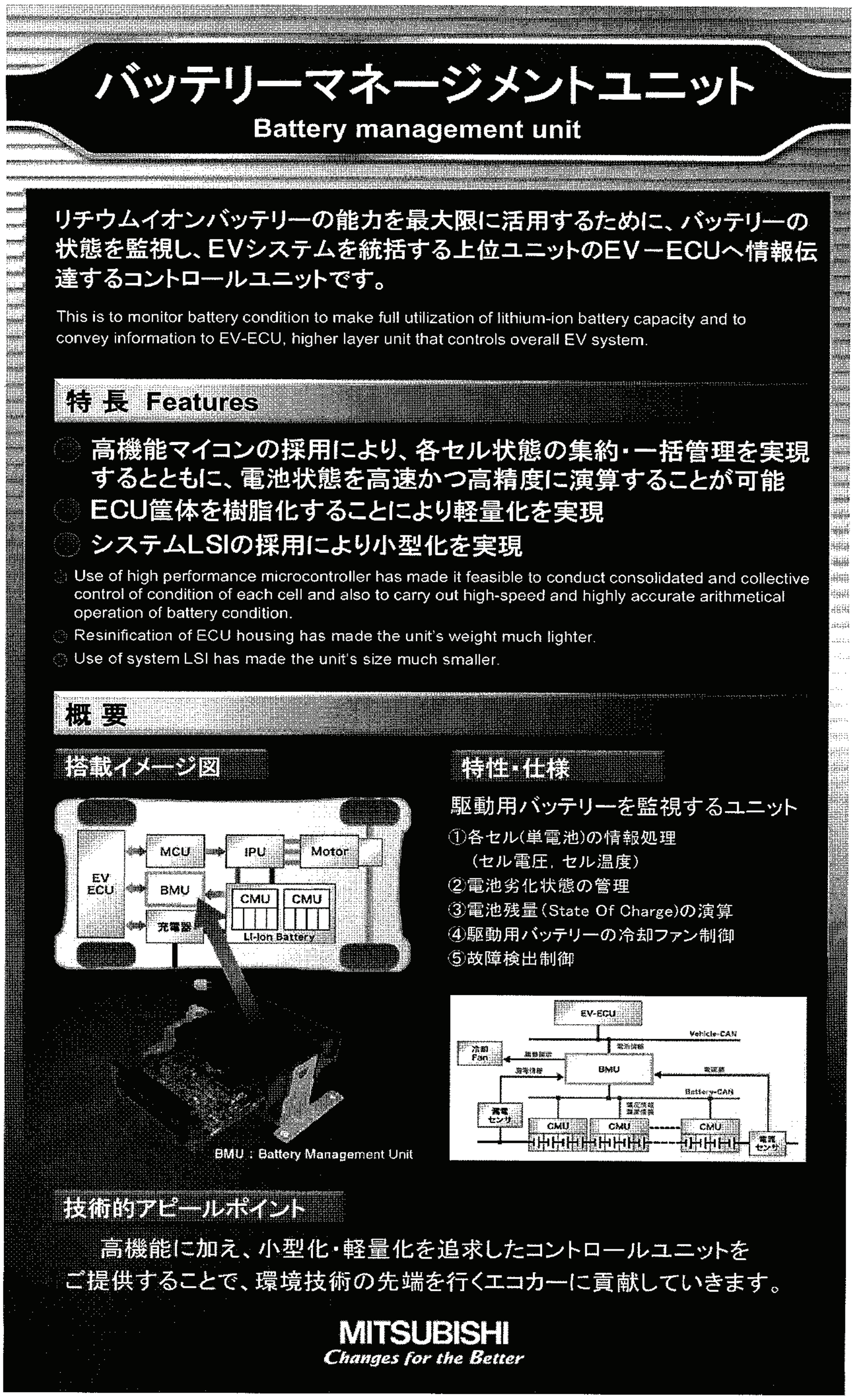
BMU の働き

①各セル（単電池）の情報処理（セル電圧、セル温度）
②電池劣化状態の管理
③電池残量の演算
④駆動用バッテリーの冷却ファン制御
⑤故障検出制御

出所：三菱電機 HP

BMU ではセルの劣化状態を管理する機能を有しており、セルが劣化し、出力が低下した場合、最も出力が低いセルに全てのセルの出力を合わせるようにプログラミングされている。そのような条件で電池パックの総出力が規定の値よりも低くなった場合に電池が作動しなくなる仕組みとなっている。

三菱電機の BMU



出所：三菱電機 HP

BMU には、電池の性能を最大限発揮できるようにするため車種の特性に応じたプログラミングがされている。したがって、車載用の LiB を他の車種へ載せ変えた際、無条件にそ

の機能が作動するわけではなく、BMU が正常に働かない場合、出力制御が不能となり、最悪の事態として発火する危険性も生じることとなる。

もし、使用済 LiB に分解など何らかの手を加えた上でリユースを行った上で事故が起こった場合、リユースを行った事業者は製造物責任法（PL 法）において責任の対象者となる可能性がある。

PL 法では中古品や廃棄物についても「製造物」として規定している。製造物が最初に流通に置かれた段階、つまり新品の状態で欠陥があった場合は、後に中古品として消費者が使用した際に損害が発生した場合も当初の製造メーカーが製造物責任を負う。ただ、新品の段階で欠陥があったのか、その後の使用段階で新たに欠陥が生じたのかが判断でできない場合は難しい問題となる。

製造物責任法（PL 法）

（平成六年七月一日法律第八十五号）

（目的）

第一条　この法律は、製造物の欠陥により人の生命、身体又は財産に係る被害が生じた場合における製造業者等の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図り、もって国民生活の安定向上と国民経済の健全な発展に寄与することを目的とする。

（定義）

第二条　この法律において「製造物」とは、製造又は加工された動産をいう。

２　この法律において「欠陥」とは、当該製造物の特性、その通常予見される使用形態、その製造業者等が当該製造物を引き渡した時期その他の当該製造物に係る事情を考慮して、当該製造物が通常有すべき安全性を欠いていることをいう。

３　この法律において「製造業者等」とは、次のいずれかに該当する者をいう。

一　当該製造物を業として製造、加工又は輸入した者（以下単に「製造業者」という。）

二　自ら当該製造物の製造業者として当該製造物にその氏名、商号、商標その他の表示（以下「氏名等の表示」という。）をした者又は当該製造物にその製造業者と誤認させるような氏名等の表示をした者

三　前号に掲げる者のほか、当該製造物の製造、加工、輸入又は販売に係る形態その他の事情からみて、当該製造物にその実質的な製造業者と認めることができる氏名等の表示をした者

（製造物責任）

第三条　製造業者等は、その製造、加工、輸入又は前条第三項第二号若しくは第三号の氏名等の表示をした製造物であって、その引き渡したものの欠陥により他人の生命、身体又は財産を侵害したときは、これによって生じた損害を賠償する責めに任ずる。ただし、その損害が当該製造物についてのみ生じたときは、この限りでない。

（免責事由）
第四条　前条の場合において、製造業者等は、次の各号に掲げる事項を証明したときは、同条に規定する賠償の責めに任じない。
一　当該製造物をその製造業者等が引き渡した時における科学又は技術に関する知見によっては、当該製造物にその欠陥があることを認識することができなかったこと。
二　当該製造物が他の製造物の部品又は原材料として使用された場合において、その欠陥が専ら当該他の製造物の製造業者が行った設計に関する指示に従ったことにより生じ、かつ、その欠陥が生じたことにつき過失がないこと。
（期間の制限）
第五条　第三条に規定する損害賠償の請求権は、被害者又はその法定代理人が損害及び賠償義務者を知った時から三年間行わないときは、時効によって消滅する。その製造業者等が当該製造物を引き渡した時から十年を経過したときも、同様とする。
２　前項後段の期間は、身体に蓄積した場合に人の健康を害することとなる物質による損害又は一定の潜伏期間が経過した後に症状が現れる損害については、その損害が生じた時から起算する。
（民法の適用）
第六条　製造物の欠陥による製造業者等の損害賠償の責任については、この法律の規定によるほか、民法（明治二十九年法律第八十九号）の規定による。

附　則　抄
（施行期日等）
１　この法律は、公布の日から起算して一年を経過した日から施行し、その法律の施行後にその製造業者等が引き渡した製造物について適用する。

LiB の PL 法関連の訴訟については、すでに小型民生用で事例が見られる（下記事例 1）。この事例の判決によると、「LiB をリユースする場合は中古品となるが、中古品であっても PL 法で規定された製造物となり、製造物が最初に流通に置かれた段階、つまり新品の状態で欠陥があった場合は、後に中古品として消費者が使用した際に損害が発生した場合も当初の製造業者が製造物責任を負う。」ということとなる。但し、その次の事例 2 にあるように、中古品の販売業者が修理・改造等を行って販売した場合は中古品販売業者に第一次責任があるものと考えられる。従って、電池の劣化診断や修理等が必要となる ELV-LiB のリユースについては、リユース業者に第一次の製造物責任が発生する可能性が高い。

なお、PL 法では製造業者等が製造物を引き渡した時点から 10 年を経過した時点で損害賠償権は消滅する（時効）。

＜事例１　パソコンバッテリー発火火傷事件＞

事件概要 （原告の主張）	パソコンのバッテリーから白煙が発生し、出火したため、マットにくるみ屋外に飛び出したが指にやけどを負い、精神的に不安定となった。 ソニー製 LiB を搭載したアップル社製パソコンを使用していたが、発火はソニー製 LiB の不具合に起因するものだとして、アップルジャパンおよびソニーに対して賠償を求めた。
被告	PC 輸入販売会社、電池メーカー
請求内容	約 200 万円の賠償
判決の内容等	被告のアップルは発火事故の責任を認めたものの、賠償請求額が過大だと主張し、ソニー側は発火と自社製電池との関係を認めなかった。 最終的には原告と被告の間で和解が成立し、原告に約 130 万円が支払われることとなった。本件に関連して、ソニーは発火や異常発熱の恐れがある LiB の大規模なリコールを行っている。

＜事例２　中古二輪車発火火傷事件＞

事件概要 （原告の主張）	中古二輪車を購入し、その引き渡し翌日の走行中にその二輪車から火災が発生し、全焼した。 中古者の売買および引き渡し時に、プラグキャップがすでに劣化し亀裂が生じていたか、または充分にプラグ本体に差し込まれていなかったために火災が発生したものとして、中古オートバイ販売業者にオートバイ購入代金相当額の賠償を求めた
被告	中古二輪車販売業者
請求内容	購入代金相当額（約 100 万円）
判決の内容等	火災の原因は、タンクからの燃料漏れにプラグキャップの亀裂から引火したものと考えられ、プラグキャップの亀裂がオートバイ引き渡し前後のいずれに生じたかを争った。 判決では、プラグキャップの劣化が二輪車の瑕疵（隠れた欠陥）に当たるとして、原告の主張がほぼ全面的に認められた。被告は控訴したが棄却されている。

各種資料より矢野経済研究所作成

また、車載用の LiB を自動車以外の用途に使用する際にも BMU が関係してくる。車載用 LiB は発進時や加速時に急激な出力が必要となるため、車両に搭載されている BMU のプログラムは高レベルの出力がされることを前提に設定されている。それに対して住宅用などの定置型の蓄電池については、急激な出力上昇などはなく、車載用ほどの高出力は不

要となる。自動車メーカーによると、車載用 LiB の BMU は出力の低い状態が続くと異常が発生したものと認識して、作動を停止するようプログラミングされているとのことである。そのため、住宅用等の用途の場合にはその用途を想定したチューニングを BMU に施す必要がある。このように、車載用以外の用途でリユースする場合についても手を加える必要があり、この場合も PL 法上では、電池のリユースを行う業者に責任が生じる可能性が高いものと考えられる。

BMU 関連特許

出願者 （出願時期）	技術内容
パナソニック EV エナジー ※現プライムアース EV エナジー (2006.5.25)	・二次電池を確実に保護して劣化や寿命の短縮を防止し、二次電池の能力を最大限発揮できる電源制御装置 ・組電池の電力や電圧を監視し、許容充電電力値や許容上限電圧値を上回った場合、もしくは許容放電電力値または許容下限電圧値を下回った場合に、組電池とモーターとの接続を切断していたが、演算に時間が掛かっていたため、短時間で許容充電電力値を超えた場合は検出できず、二次電池の劣化や寿命の短縮につながっていた。 ・上記課題を解決するため、単電池とそれを組み合わせてなる組電池との負荷との接続状態を制御する電源制御装置 ・この発明では、組電池の実負荷電力が許容電力地を超えたか否かをブロックごとの電圧取得タイミングで短時間に判定することで、組電池の故障診断を早期に行うことができ、二次電池の劣化や寿命の短縮を防止することが可能

各種資料より矢野経済研究所作成

そのほかにも、2011 年 11 月に自動車の機能安全に関する国際規格 ISO26262 が発行され、この規格が将来的に ELV-LiB のリユース動向に影響を与える可能性もある。自動車は部品が故障したりすることで、人命に関わるような事故が発生してしまう可能性がある。そのため、日本の自動車メーカーでは、部品の機能が壊れないように設計をすることで交通事故を未然に防ぐということを主眼に品質向上が行われてきた。このように、人間に危害を及ぼす原因そのものを低減させたり除去したりすることを本質安全という。

一方、欧米の自動車メーカーでは、部品が壊れた場合に大きな被害をもたらさないようにするという点での安全を念頭に置いた品質改善が行われてきた。このように、万が一、部品が故障しても安全性を維持するという考え方を機能安全という。

今回発行された ISO26262 は機能安全に関する規格であるため、今までは本質安全を重視していた日本の自動車メーカーも、機能安全を重視した車両の設計・開発が求められるこ

ととなる。その中で、中古 LiB を使用することにより、安全に関する機能を損ねる危険性があるとすると、中古 LiB を搭載しても車両としての機能が働かないようなプログラムをする必要性が出てくる可能性も否定できない。そうなると、中古 LiB の使用自体ができないということとなる。現時点で中古 LiB のリユースに影響を及ぼすことになるのか、ということについては明らかになってはいないが、リユースを考えている事業者としては今後この規格関連の動向を注視していく必要はあるだろう。

6. ELV-LiB リユース・リサイクル展望

6-1. 海外における ELV-LiB リサイクル展望

6-1-1. 車載用 LiB 動向

日本同様、海外でも CO_2 排出量削減、化石燃料に依存しない車台開発の必要などを背景に、次世代自動車の重要性が増している。前述のように本調査にて対象としている地域（欧州、米国、中国）においても、EV を中心とした次世代自動車の普及計画および促進策がとられている。

その次世代自動車普及に伴って、キーデバイスである「蓄電池」の重要性が高まることになるが、その蓄電池の材料の一つであるレアメタル量の必要量も増大する。ただレアメタルは特定の国に偏在しているため、その調達は容易ではなくなっている。またレアメタルの採掘や精錬には多大なエネルギーが必要なこともあり、資源戦略のみならず環境保護の観点からも使用済製品からのリサイクル取組みが重要となっている。

現状、車載用蓄電池の多くには LiB が採用されているが、そこに使われているレアメタルは、リチウム、ニッケル、マンガンおよびコバルトとなる。

まずリチウムについては、生産の大部分がアルゼンチン、チリ、オーストラリア、中国といった特定の国に偏在している。ただ埋蔵量は豊富であり、米国地質調査所（USGS）によれば、2009 年時点での生産量 18,800 t に対して確認可採埋蔵量は 9,900,000 t と、500 倍以上の規模を有している。また世界有数の埋蔵量とされるボリビア、ウユニ塩湖の資源開発もされていない状況であり、短中期的に枯渇するとの見方は少ないとされている。

一方、生産会社がチリの SQM や Chemetall（ドイツ）、FMC Lithium（米）の上位 3 社でシェア 70%程度を占めるため、寡占状態にある。中でも SQM の設定価格が市場に大きな影響を与えるとされ、現状は安定的に推移してはいるが、突発的な生産停止等によっては、価格変動するリスクもある。

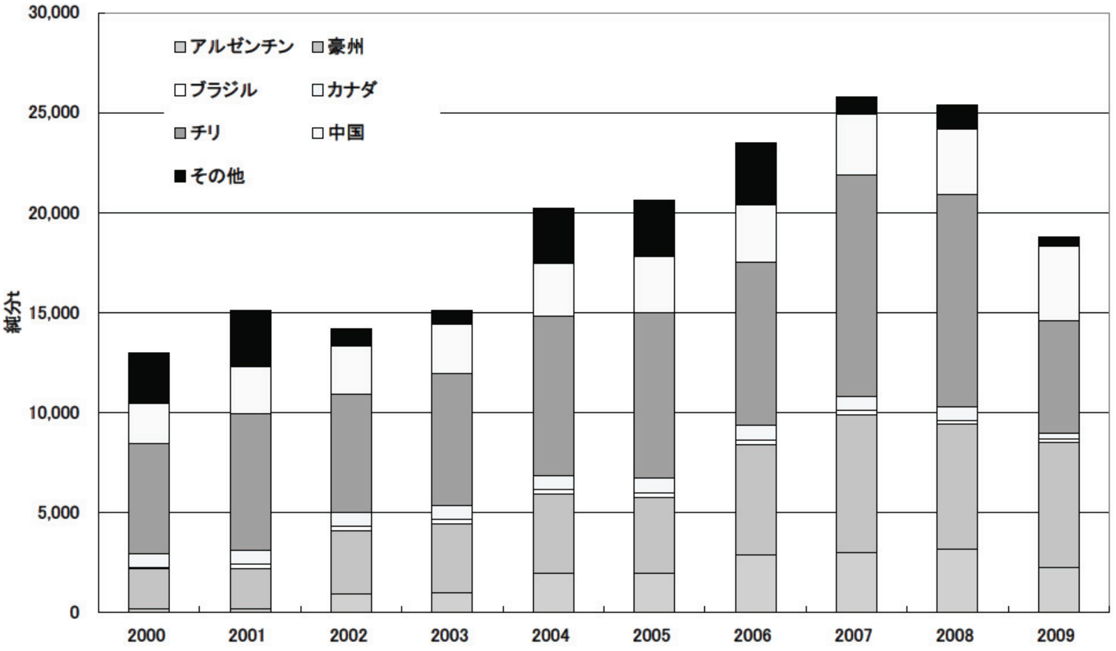
なお米エネルギー省（DOE : Department of Energy）が 2011 年 12 月に発表した「2011 Critical Materials Strategy」の中でリチウムについては、2015 年までの短期的展望は、供給リスクは 4 段階中 2 と危機的でないという位置づけとなっている。ただ 2015 年から 2025 年までの長期展望では、供給リスクは変わらないが、重要性が一段階上がるため、危機的手前に判定されている。

リチウムの生産量　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　単位：純分 t

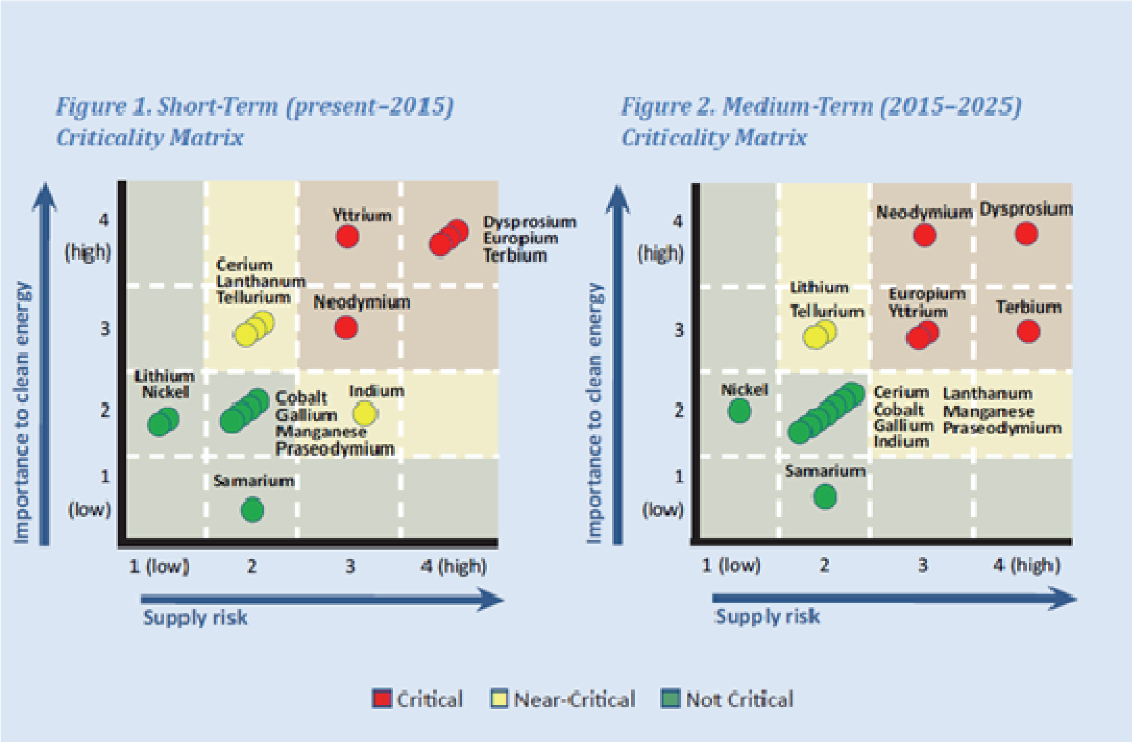
	2005	2006	2007	2008	2009
アルゼンチン	1,980	2,900	3,000	3,170	2,220
豪州	3,770	5,500	6,910	6,280	6,280
ブラジル	242	242	180	160	160
カナダ	707	707	707	690	310
チリ	8,270	8,200	11,100	10,600	5,620
中国	2,820	2,820	3,010	3,290	3,760
その他	2,811	3,131	893	1,210	450
合計	20,600	23,500	25,800	25,400	18,800

出所：USGS

リチウムの生産量



出所：JOGMEC



出所：DOE

リチウムの輸出入価格　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　単位：ドル/kg

		2005	2006	2007	2008	2009
Li 炭酸塩	輸入	2.8	4.3	6.3	6.6	6.5
	輸出	3.5	5.8	6.4	9.5	7.4
Li 水酸化物	輸入	4.2	5.8	7.4	7.7	7.8
	輸出	28.5	21.2	25.9	37.7	34.7

出所：貿易統計

次にニッケルについては、2009 年の鉱石生産でロシア、インドネシア、カナダ、オーストラリア、ニューカレドニアの上位 5 カ国で 60%以上を占めている。2009 年は金融危機でいずれも減産したが、2010 年には回復しているものとみられる。

埋蔵量は世界で 76,000 千トン程度と推定され、オーストラリアに 30%以上が存在するなど偏在性はあるが、量的な問題は殆どない。DOE の判定でも（上図参照）、2015 年までの短期的展望と 2025 年までの中期展望のいずれにおいても、クリーンエネルギーとしての重要性は 4 段階中 2、供給リスクは 1 と危機的なレベルではないとの位置づけである。

そのニッケルは鉱石のほかマット、その他の中間産物の形態で取引されているが、その需要の約 70%はステンレス用途となる。中国を始めとした新興国向けの旺盛な地金消費と

HV に搭載されている Ni-MH 向けの需要拡大により価格高騰のリスクも指摘されている。車載用のNi-MHについてはLiBへ代替が進むことで需要は漸減傾向に転じるとの見方がされるものの、今後 LiB の価格がどれだけ下がるかによっても、需要は大きく変動することになる。

ニッケルの生産量　(鉱石)　　単位：純分千 t

	2005	2006	2007	2008	2009
豪州	189	185	161	200	167
ボツワナ	28	38	38	38	36
ブラジル	52	83	75	59	57
カナダ	198	233	255	260	181
中国	77	82	85	68	84
コロンビア	89	94	101	76	93
キューバ	72	75	75	67	65
ドミニカ	46	47	47	31	―
インドネシア	160	140	229	193	189
N.カレドニア	112	103	125	103	107
フィリピン	27	59	80	84	85
ロシア	315	320	280	277	266
南アフリカ	43	42	38	32	34
その他	83	80	71	82	66
合計	1,490	1,580	1,660	1,570	1,430

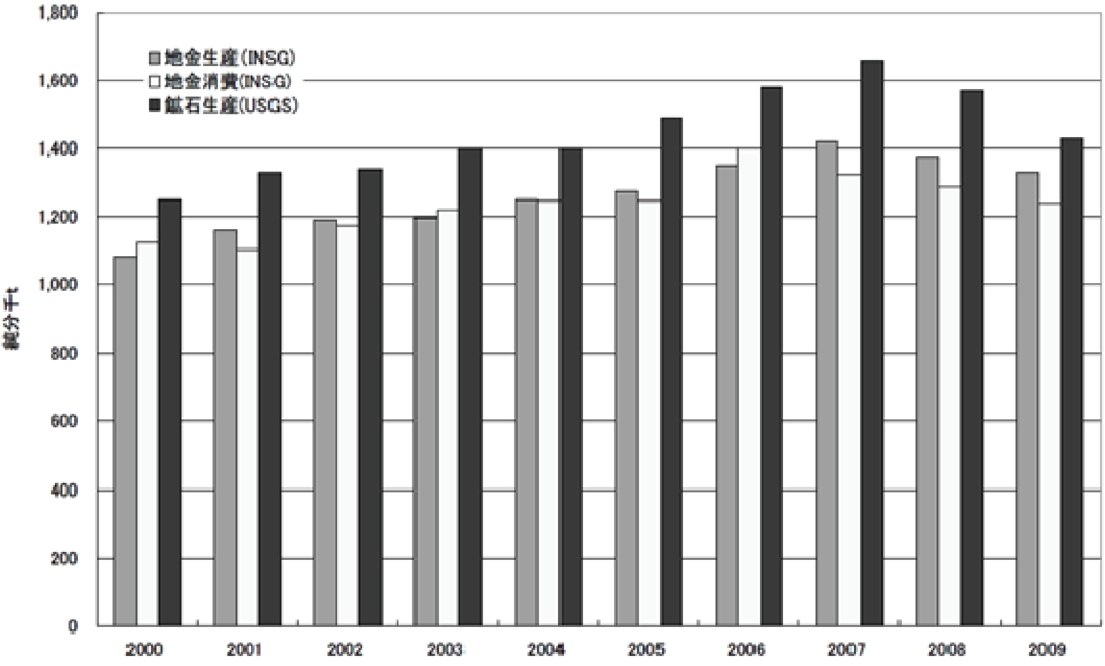
出所：USGS

ニッケルの輸出入価格　　単位：ドル/kg

		2005	2006	2007	2008	2009
マット	輸入	9.3	13.9	24.2	14.9	8.7
	輸出	―	―	17.9	193.5	―
製錬中間生成物	輸入	6	10	14	9	7
	輸出	―	―	―	―	―
塊	輸入	15.2	22.2	38.7	25.0	14.2
	輸出	13.8	18.4	―	27.2	14.3

出所：貿易統計

ニッケルの需給動向



出所：JOGMEC

ニッケルの埋蔵量

国名	埋蔵量（千 t）	
豪州	24,000	31.6%
ブラジル	8,700	11.4%
N.カレドニア	7,100	9.3%
ロシア	6,000	7.9%
キューバ	5,500	7.2%
インドネシア	3,900	5.1%
カナダ	3,800	5.0%
南アフリカ	3,700	4.9%
中国	3,000	3.9%
その他	10,300	13.6%
合計	76,000	

出所：USGS

マンガンについては、主要な生産国は中国、豪州、南アフリカなどで、2009 年はこの 3 ヶ国で全生産量の約 60%を占めている状況である。そのマンガンの約 95%は鉄鋼用途向け

となるが、生産国の中でも特に中国では粗鋼生産の好調を反映して、世界的な金融危機の影響を受けた2009年も生産量を伸ばしている。

USGSのデータによると、埋蔵量は630,000千トンで、地球上に存在する元素の中で12番目に多いとされる。DOEの判定も、2015年までの短期的展望、2025年までの中期展望で、重要性は4段階中2、供給リスクも2と判定されており、当面、危機的なレベルには達しないと判断されている。

ただ需要動向はマンガンの利用用途である粗鋼の生産に連動するため、粗鋼生産が引き続き拡大傾向にある中国ではマンガンの輸出を制限する政策がとられている。今後はLiB正極材料向けの需要も高まると予想されるが、生産量最大の中国の政策動向もあり、必ずしも供給安定性が高いとは言えず、価格変動のリスクも抱えている。

マンガンの生産量　(鉱石)　　単位：純分千t

	2005	2006	2007	2008	2009
豪州	1,450	2,190	2,540	2,320	1,600
ブラジル	1,590	1,370	933	1,380	990
中国	1,100	1,600	2,000	2,200	2,800
ガボン	1,290	1,350	1,490	1,600	810
インド	640	811	900	960	960
メキシコ	180	133	125	170	94
南アフリカ	2,100	2,300	2,600	2,900	1,300
ウクライナ	770	820	580	490	310
その他	1,380	1,326	1,432	1,280	736
合計	10,500	11,900	12,600	13,300	9,600

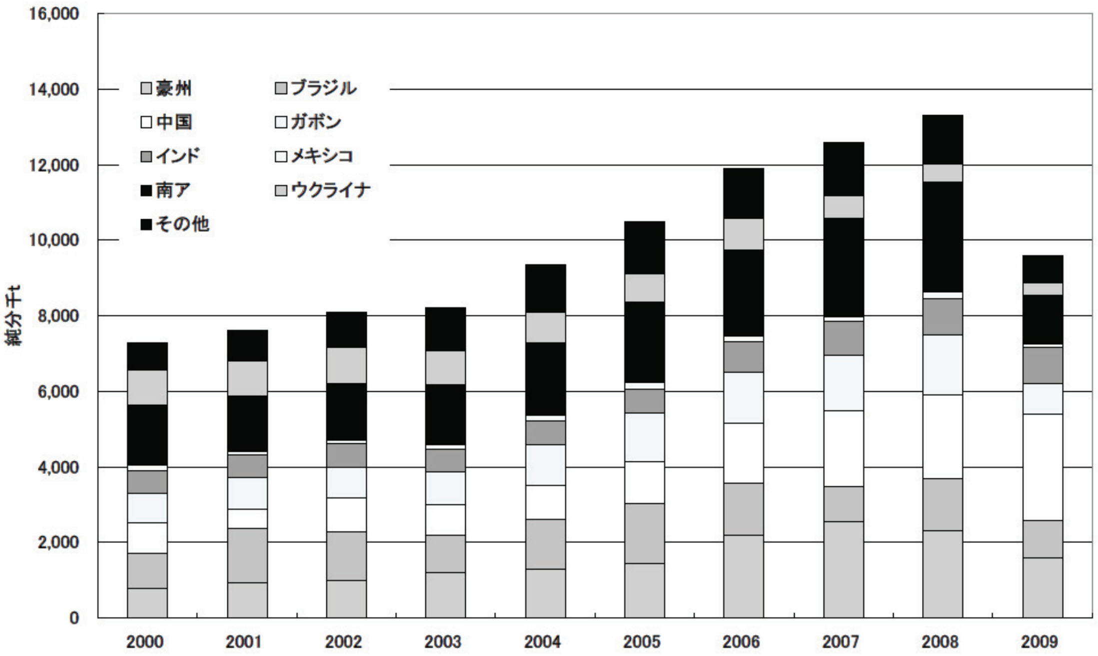
出所：USGS

マンガンの輸出入価格　　単位：ドル/kg

		2005	2006	2007	2008	2009
酸化物(二酸化マンガン)	輸入	1,222	1,153	1,191	1,796	1,979
	輸出	1,277	1,223	1,270	1,758	2,251

出所：貿易統計

マンガンの生産動向



出所：JOGMEC

最後にコバルトについては、コンゴ民主共和国が埋蔵量および生産量で世界最大となるが、同国の政情不安が供給面での最大のリスクとなっている。これまでも紛争や暴動による減産・生産停止が起こり、たびたび価格の高騰を招いてきた。

今後の動向は、主要用途である LiB の方向性によるところが大きいが、当面は小型民生用 LiB を中心に、まとまった需要が継続するとみられている。ただコバルトは銅またはニッケルの共産物として生産されるため自律性が働かない上、鉱石生産トップのコンゴの政情不安もあり、供給面のリスクがつきまとう。

なお DOE の判定では、2015 年までの短期的展望、2015 年以降の中期展望のいずれにおいても重要性、供給リスクの判定は 2 で危機的な状況ではないとの見方となっている。

コバルトの生産量　　単位：純分 t

	2005	2006	2007	2008	2009
豪州	6,000	7,400	5,900	6,100	6,300
ブラジル	1,200	1,200	1,400	1,200	1,000
カナダ	5,500	7,000	8,300	8,600	5,000
中国	1,300	2,300	2,000	6,000	6,200
コンゴ	22,000	28,000	25,300	31,000	25,000

キューバ	3,600	3,800	3,800	3,200	3,500
N.カレドニア	1,200	1,900	1,600	1,600	1,300
ロシア	5,000	5,100	6,300	6,200	6,200
ザンビア	9,300	8,000	7,600	6,900	2,500
その他	2,800	2,800	3,300	5,100	5,000
合計	57,900	67,500	65,500	75,900	62,000

出所：USGS

コバルトの輸出入価格　単位：ドル/kg

		2005	2006	2007	2008	2009
酸化物・水酸化物	輸入	28.5	26.6	43.9	63.8	33.4
	輸出	22.6	24.6	31.8	52.7	44.9

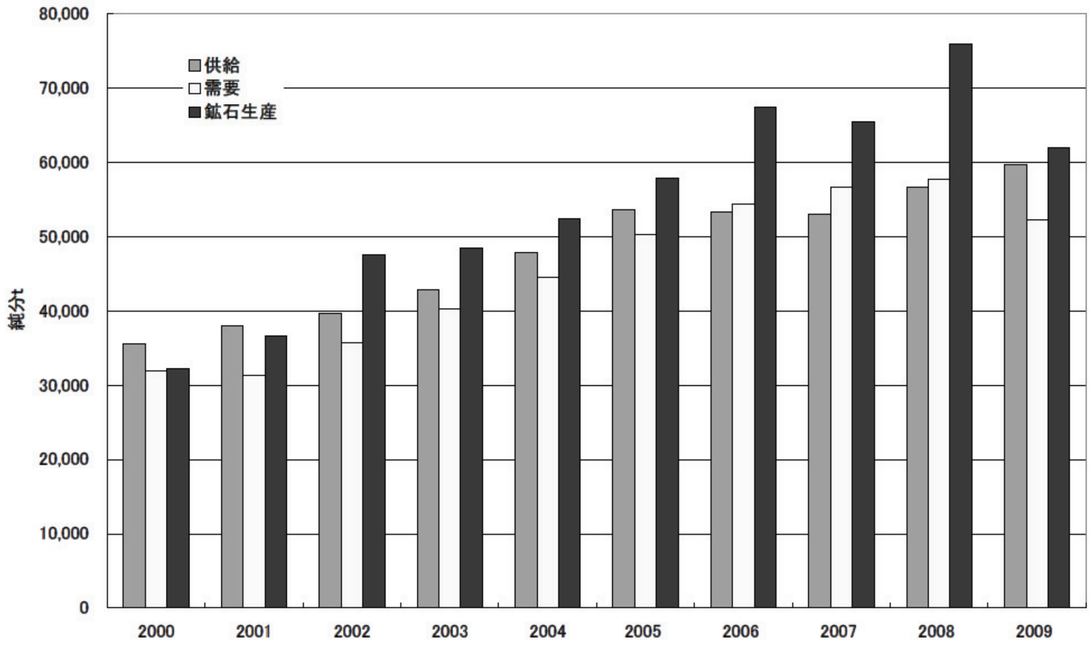
出所：貿易統計

コバルトの埋蔵量

国名	埋蔵量（純分千t）	
コンゴ	3,400	46.6%
豪州	1,400	19.2%
キューバ	500	6.8%
N.カレドニア	370	5.1%
ザンビア	270	3.7%
ロシア	250	3.4%
カナダ	150	2.1%
ブラジル	89	1.2%
中国	80	1.1%
米国	33	0.5%
モロッコ	20	0.3%
その他	740	10.1%
合計	7,302	

出所：USGS

コバルトの需給動向



出所：JOGMEC

現在、携帯電話やノートパソコンなどに搭載されている小型 LiB の正極材料にはコバルトが採用されている。そのコバルトは電極電位が高く、容量も大きく、かつ安定しやすいなどの特徴を持っており、LiB の実用開発のベースとなった。現在もコバルトが LiB の主要な正極材料となっているが、高価な上、鉱山や精錬所における事故やストライキによる産出の停滞、また投機的な動きから価格変動も大きい。

その中、車載用となると、大量に LiB を使用するため、高価であるコバルトは採用しづらい。そもそも正極材料は充電で電解液中にリチウムイオンを放出して放電で電解液中のリチウムイオンを消費するような物質であれば良く、コバルトである必要はない。またコバルトは高エネルギー密度化には適しているが、熱分解性温度が低く、耐熱性が良くない（熱暴走が生じる）という側面を持つ。そのため車載用では過充電時の安全性に不安があるコバルト系ではなく、それ以外の材料を選択する動きとなっている。

具体的にはリチウムと組み合わせる材料の違いによって、コバルトの代わりにマンガン酸リチウムを用いたもの、コバルトの一部をマンガンとニッケルに置き換えた三元系、三元系のマンガンをアルミニウムに変えた NCA、またレアメタルの使用量が少ないリン酸鉄リチウムを用いた 4 つが現在、車載用 LiB として採用されている。

電池性能はこの正極材料に依存する部分が大きく、ニッケルについては、コバルト同様に理論容量が高く高エネルギー化には適しているが、およそ 180℃の高温にさらされると熱

固溶となり、耐熱性が良くなく、安定性に難がある。

一方、マンガンはおよそ 350℃まで固溶しないため、耐熱性に優れる。また結晶構造をスペネルマンガン型と呼ばれる六角形の構造とすることでイオンの出入りによる構造の崩れも起こりにくい。しかしエネルギー密度が低い、他の金属と比較すると電解液に溶けて錆びやすく、容量劣化に伴うサイクル特性が悪いなどの課題がある。

このようにそれぞれ一長一短があり、そのため LiB メーカーでは、さまざまな材料の中から、エネルギー密度や出力密度、充放電のサイクル特性の向上と安全性、コスト性を両立させる最適な正極材料開発を進めている。

また、既存材料以外にも正極材に硫黄（S）を用いるリチウム硫黄電池（Li-S）や酸素を利用するリチウム空気電池などのポスト LiB の開発が進行していくと予想されている。いずれも実用に向けての課題は大きいが、理論上はエネルギー密度を飛躍的に高められることから期待は大きい。

正極材料の比較

	マンガン	コバルト	リン酸鉄	ニッケル
理論容量	・148mAh g-1	・274mAh g-1	・169mAh g-1	・274mAh g-1
体積ｴﾈﾙｷﾞｰ密度	・1680Wh-1	・2690Wh-1	・1850Wh-1	・2910Wh-1
電圧	・3.7	・3.7	・3.0	・3.7
構造	・スピネル構造	・層状構造	・オリピン構造	・層状構造
埋蔵量	・豊富 ・630,000 千トン ・南アフリカ、ウクライナ	・希少 ・7,300 千トン ・コンゴ、オーストラリア等	・豊富 ・中国、オーストラリア等	・豊富 ・76,000 千トン ・オーストラリア、ブラジル等
DOE 判定	重要性：2 供給リスク：2	重要性：2 供給リスク：2	－	重要性：2 供給リスク：1
価格	・400 円前後	・3～4,000 円前後		・2,000 円前後
メリット	・熱安定性に優れる ・コストが安い ・過充電に強い（結晶構造変化なし）	・放電容量が高い ・良好なサイクル特性	・熱安定性に優れる ・コストが安い	・放電容量が高い
デメリット	・放電容量が低い ・サイクル特性が悪	・高価格、価格変動大	・高速充放電が困難 ・放電容量が低い	・高価格、価格変動大

	いため寿命が短い	・熱安定性が悪い（メタルの結晶構造が壊れる）	・電圧が低い（出力が弱い）	・熱安定性が悪い（メタルの結晶構造が壊れる）
備考	・車両用 LiB への採用進む	・小型モバイル機器に多く採用		

正極材料別 LiB 特徴

	特徴
マンガン系	・日本、韓国、米国の LiB メーカーが広く採用 ・三元系や NCA に比べエネルギー容量密度は低いが、熱安定性に優れる ・コストメリットもあり、車載用電池の主流
三元系	・熱暴走の危険性のあるコバルトの一部を、ニッケルとマンガンに置き換え、材料の安定性を確保 ・コバルト系よりも容量密度は大きいが、真密度が小さいため、体積あたりの容量密度は同等 ・放電特性や安全性でコバルト系と遜色ないものが実用化 ・小型民生用でも採用の動きあり
NCA	・三元系のマンガンの代わりにアルミニウムを使用 ・高エネルギー密度化に優れるが、安全性（耐熱性）に課題があるため対応が必要（負極上にセラミック層をコーティングする等）
リン酸鉄系	・中国 LiB メーカーが多く採用 ・熱安定性が良い ・電圧が低いため出力が弱く、自動車に要求される性能を満たす対応が必要（微細化したカーボンを正極材に覆う等） ・材料コストは安いが、製造コストは高い（鉄が酸化しないような対応や、出力向上のための工程が必要等） ・金属価格が安く、リサイクルへのインセンティブが働きにくい

現状、車載用蓄電池の正極材料にどの金属を採用するかは、EV 等の要求性能により異なるが、マンガン系がコストと安全性の観点から最適と考える LiB メーカーが多い。日立ビークルエナジー、オートモーティブエナジーサプライ、GS ユアサと三菱グループの合弁会社であるリチウムエナジージャパンのほか、韓国の LG 化学や台湾の E-ONE MOLI ENERGY などが採用している。

また三元系は、日本の三洋電機、GS ユアサと本田技研が出資するブルーエナジー、韓国

のサムスン SDI などが採用している。コバルトの一部をマンガンとニッケルに置き換えた三元系は 3 種の元素をバランスよく配してそれぞれの特長を活かし、それぞれの欠点を補完することが可能とされる。

またリン酸鉄系は BYD や Tianjin Lishen などの中国メーカーに多く､米国のベンチャー企業 A123Systems も採用している。安全性が極めて高く、鉄を使用することで低コスト化にも優れる。電池としての出力の低さが問題視されてきたが、リン酸鉄リチウムをカーボンで被覆する技術が開発されたことで実用化の目途が立っている。

世界の主要電池/自動車メーカーの正極材採用状況

	電池メーカー	採用（予定含む）自動車メーカーなど
三元系 $Li(Ni\text{-}Mn\text{-}Co)O_2$	三洋電機	トヨタ（PHEV）
	GS ユアサ（ブルーエナジー）	ホンダ（HV）、PHEV にはリン酸鉄系を予定
	サムスン SDI	NCA 系、マンガン系も
NCA 系 $Li（Ni\text{-}Co\text{-}AI）O_2$	パナソニック	車載用は米テスラ社と共同開発
	プライムアース EV エナジー	トヨタ（PHEV）
マンガン系 $LiMn_2O_4$	日立ビークルエナジー	GM（HV）、PHEV も開発し、2013 年から量産化予定
	オートモーティブエナジーサプライ	日産（EV）、NCA 系も
	GS ユアサ（ブルーエナジー）	三菱（EV）、三元系も
	LG 化学	GM（PHEV）、三元系も
	E-ONE MOLI ENERGY	BMW（EV）、三元系も
	リチウムエナジージャパン	三菱
	ジョンソンコントロール	ダイムラー、BMW、北京汽車
リン酸鉄系 $LiFePO_4$	BYD	BYD、上海汽車集団
	Tianjin Lishen	CODA
	A123 Systems	GM（EV）、IHI とも連携

6-1-2. 海外における ELV-LiB リサイクル展望

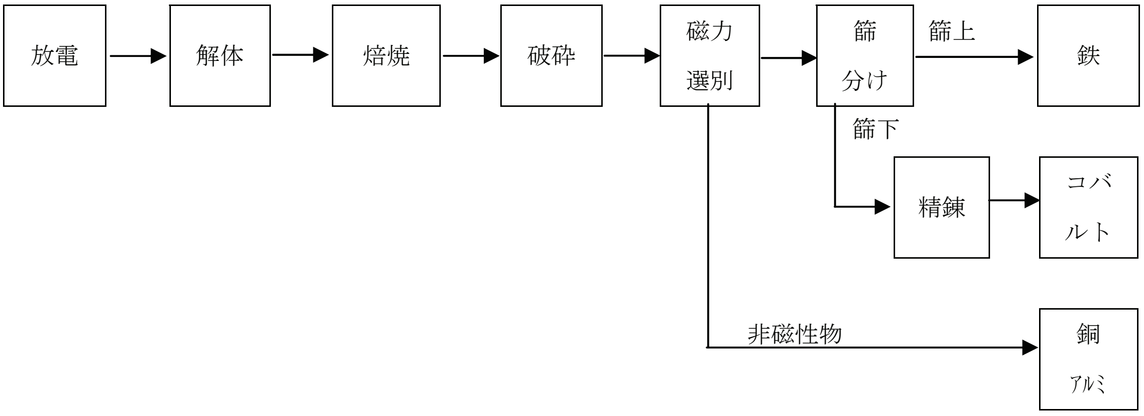
現状使用済 LiB でリサイクルされているのは小型 LiB で、その目的は正極材料に使用されているコバルトの抽出にある。コバルトは高価であるがゆえ、リサイクルすることの優位性が高く、抽出されたコバルトはアルニコ磁石、ステンレス鋼等に再利用されている。

その LiB のリサイクルは、正極材からの金属回収を目的とするため、より高品質、高効率に精製するための技術開発が行なわれている。LiB からコバルト等の有用金属を回収するプロセスとしては、金属精錬の技術が基盤となっており、湿式精錬と乾式精錬の 2 方式で行なわれている。まず湿式精錬を用いたリサイクル工程は、複数混ざった金属に、酸性・アルカリ性の溶媒をかけることで酸化反応を起こし、沈殿物と上澄み溶液にて、回収目的金属をそれぞれ抽出する方法。これに電解採取、電解精錬などの工程を組み合わせて、目的の金属を回収するというプロセスで、コバルト等レアメタルの回収方法として中心となる技術となっている。一方、乾式精錬法によるリサイクルは、一部、ベルギーのユミコアなどが実施している。ユミコアでは、LiB を溶融、還元した後、破砕して金属粉とし、その後、硫酸等の溶剤に溶かし、酸化コバルト等を精製している。

精錬方法

湿式製錬法	・焙焼することにより、溶解しやすくなった化合物を硫酸等の溶剤に溶かし、その溶液中から金属等の有価物を抽出する方法 ・炉を必要とする乾式製錬と比較すると設備投資のコストが抑えられる ・高品質の金属を回収できる
乾式製錬法	・高温で溶融し、金属等の有価物を抽出する方法。必要に応じて焙焼などの予備処理をした上で、溶融促進のための溶剤や燃料とともに炉に投入し、金属を還元、不要物はスラグとする方法 ・大量処理に向いているが、大きな施設が必要なため、設備投資のコストが高くなる

LiB リサイクル工程例



その中、車載用 LiB の正極材料にはマンガン系や三元系といった複合材料が用いられようとしているので、それぞれの金属に応じた複数のリサイクル工程を新たに開発することが必要となる。

ただ車載用 LiB は脱コバルト系の方向性は明確であるが 、今現在、正極材料の開発が進んでいる最中である。加えて車載用 LiB の正極材料は各自動車メーカーによって異なり、例えば同じ三元系でも、コバルト等の含有率が異なっている。そのため目的の金属を効率良く回収するためには構成材料に応じて､溶媒やその ph 濃度を変える工夫等が必要となる。しかし LiB の材料構成は電池性能を決定する重要な要素であり、開示されるとは考えにくいので、リサイクルするためには、その分析から独自に開始しなければならない。

また、ELV-LiB はパック自体が大きいため、モジュールやセルの単位まで解体したり、エネルギー密度が高く、電気が残留した状態では炉発熱や暴爆する危険性があるため、放電するなど、小型 LiB とは異なる複数のリサイクル工程が発生する。その分、コストがかかり、バージン材に対する優位性が低くなり、リサイクルする経済性が薄れてしまう課題がある。

特にマンガン系となると、前述のように資源的価値が低いので、リサイクルの優位性が働きにくい。マンガンのリサイクルについては、製造工程で発生する不良品であれば、構成材料が均一であり、高品位スクラップとして、強度及び諸特性向上を目的とした鉄鋼添加材や合金鋼原料としてリサイクルが可能である。しかし ELV-LiB となるとメーカーごとでその構成割合が異なるため、単一の工程では高品位の原料は得られず、複数の工程を繰り返さなければならない。そのため ELV-LiB については三元系、NCA 系を対象としてコバルトおよびニッケルの回収を前提にリサイクルする方向となっている。

なおリチウムについては、その埋蔵量から供給に対する問題はないものの、塩湖からの生産には時間がかかり、鉱山からの生産となるとコスト高となるなど供給への問題がないわけではない。その中、車載用となると大量のリチウムが必要となり、また情報機器端末の需要拡大により小型 LiB 向けの使用量も増大することが想定される。結果的に価格が上昇することも考えられ、長期に渡り安定的に資源を調達するためには、リサイクルを進める必要性も高まることになる。TOXCO（米）では 2009 年 8 月、米国エネルギー省（DOE）から 950 万ドルの資金を得て、大型の使用済 LiB からコバルトと炭酸リチウムを回収するプラントを 2010 年より稼動させている。また、Chemetall などが参加するドイツの産学コンソーシアムでも 570 万ユーロの公的資金を得てリチウムまで回収できるパイロットプラントを建設し実証研究を行なっている。

このように TOXCO をはじめとした精錬業者等で、ELV-LiB から高濃度の回収物を得るための研究開発が始まっている。ただ ELV-LiB が発生するのはまだ先で、また異なる車種の ELV-LiB が混在した場合の工程最適化についても検討が必要となる。かつ正極材料自体が研究開発段階のため材料が変わる可能性もあり、ELV-LiB に対するリサイクル事業を見

通すのは難しいというのが実際となる。

（参考）日本におけるリチウムのリサイクル率　　単位：純分 t

		2007	2008	2009
見掛消費	国内生産	0	0	0
	原料（輸入ー 輸出）	3,323	3,180	2,146
	合計 ①	3,323	3,180	2,146
リサイクル量 ②		0	0	0
リサイクル率 ②/①		0%	0%	0%

出所：JOGMEC

	ELV-LiB リサイクル技術開発動向
UMICORE（ベルギー）	・二次電池のリサイクルための実証化テストプラントをスウェーデンの HOFORS 工場に設置して技術開発に取り組んでおり、2011 年度に商業プラントの建設を発表 ・使用済 LiB を還元溶融し、リチウム、マンガンなどはスラグに移行させ、コバルトなどの有価金属をメタルに濃縮 そのメタルを粉砕し、酸浸出し、湿式精錬にてコバルトとニッケルを回収 ・コバルトとニッケルのみを回収 リサイクル工程で発生したスラグは、コンクリート原料として利用
TOXCO（米）	・使用済 LiB（1 次）を液体窒素にて冷凍後、破砕 破砕されたものを酸浸出し、ソーダ灰により炭酸リチウムを生成させ、分離回収
RECUPYL（仏）	・フランス、シンガポール等で、電池リサイクル事業を実施 ・しかし LiB については、コスト面のハードル、さらに電池材料そのものが変わることもあり、検証段階

LiB 正極材料のリサイクル

	リサイクル状況
コバルト	・金属価格が高く、リサイクルが成立 ・LiB からコバルトを含んだ混合滓を回収し、アルニコ磁石などに再利用 ・LiB 回収コバルトを再び LiB へ再利用する事業開発も行なわれている
ニッケル	・金属価格が高く、リサイクルが成立 ・LiB からニッケルを含んだ混合滓を回収し、ステンレス原料などに再利用
マンガン	・金属価格が安く、リサイクルは成立しづらい ・溶媒抽出、硫化沈殿、イオン交換、水酸化物沈殿、酸化沈殿法などの方法により回収

リチウム	・金属価格が安く、リサイクルは成立しづらい ・現行の原料かん水からの回収プロセス状況から湿式技術を適用し、回収

6-1-3. LiB 回収スキーム展望

携帯電話等に搭載されている小型 LiB については、容量が大きくなく、またコバルトを使用しているので、率先して回収され、リサイクルされている。一方、車載用 LiB は高電圧であり、不適切な取扱いがされた場合、感電や発火の恐れがあるため適切な取り扱いが求められる。また車載用 LiB は、三元系、ニッケル系以外はリサイクルのインセンティブが働きにくく、マンガン系などについては経済的および技術的な制約からリサイクルされないという公算が高い。

ただリサイクルが成立しづらいマンガン系でもリチウム等のレアメタルを含有しており、今後の LiB 需要拡大により金属価格が高騰した際には、リサイクルへの動きが加速する可能性がある。また価格以外にも、資源戦略の観点から政府等による政策によってリサイクルが進むことも考えられる。

結果として自ずと回収率が高まることも期待できるが、現状では脱コバルトの方向性からして、自発的にリサイクルされるとは考えづらい。処理費用如何によっては不法投棄されてしまう危険もあることから、LiB の不適正な扱いによる事故を防止する必要もある。そのため LiB を搭載した EV の量産販売を世界で最も早く開始した日本では、自動車メーカーそれぞれが回収およびリサイクルスキームを構築している。

現在、日本の自動車メーカーが採用している車載用 LiB はマンガン系が中心であり、また当面、ELV-LiB の発生量も多くないため、規模的な経済性も働かなく、そのためリサイクルではなく、埋立て処分の公算が高いとされる。しかし埋立てにもコストがかかるわけで、そのため国内自動車メーカーでは共同で回収スキームを構築させ、低コストな回収スキームが構築できないかの検討が行なわれている。

日本同様に LiB を搭載した EV 等が発売されている米国、欧州、中国については、量産車として EV が発売されたのは日本より後であり、また ELV となる年数も日本よりも大きいと見られる。したがって日本にて本格的に ELV-LiB が発生する時期よりも、さらに後ということになる。

欧州では新電池指令（2006/66/EC）によって、自動車メーカー等が ELV-LiB 回収の義務を負っており、回収システムを構築しなければならない。米国の EV メーカー「テスラ」社では欧州での ELV-LiB のリサイクルを「ユミコア」社にリサイクル事業を委託している。このように日本と同様に自動車メーカー個々で回収スキームを構築しているにとどまっており、全体的な回収スキーム云々については検討されてはいないのが現状となる。

6-2. 国内における ELV-LiB リユース展望

6-2-1. 自動車駆動用 ELV-LiB リユース市場展望

解体業者が処理工程の中で取外した部品はリユース部品としてアフターマーケットに供給されている。補修費用低減要求が強まる中でリユース部品は新品部品の半額以下という価格を訴求点として、市場におけるポジショニングを確立している。

ただリユース部品は同じ部品品目でもメーカーや車種、年式等によって仕様が異なり、また中古である以上、品質にも違いが生じるものとなる。そのため需要が発生した部品に対して必ずしも供給できないという事態が発生し、その場合、解体業者では販売機会を逸してしまうことになる。

そこで、自社で取外したリユース部品を共有在庫としてコンピュータ上に登録し、解体業者相互で融通し合い、需要と供給のギャップを解消するというネットワークシステムが流通インフラとして構築されている。現在、複数のネットワークグループが存在しているが、そのシステム上に登録されている部品品目としてはおよそ 350 品目で、内外装部品、機能部品をはじめ多くの部品が登録されている。

中古部品の代表品目

外装部品	バンパー、フェンダー、ランプ、ドア、ガラス、ボンネット、トランク、グリル、ヘッドライト、テールライト
機能部品	エンジン、ドライブシャフト、足回り部品、トランスミッション（AT・MT）、噴射ポンプ、ターボチャージャー、デファレンシャルギア、ラック&ピニオン、ショックアブソーバー、ラジエーター、マフラー、パワーステアリングポンプ、ディストリビューター、フューエルタンク
電装部品	スターター、オルタネーター、エアコンプレッサー、コンデンサー、モーター、エアコン、エバポレーター

では解体業者が ELV からどの部品を取外して、リユース向けに販売するのか、逆を言えば、取外さず、そのまま鉄スクラップとして処理するかの判断は、単純にどちらのほうが利益がでるのかの判断となる。

自動車の主要材料は鉄鋼であり、解体業者も鉄スクラップの売上が事業収益の柱となっている。その鉄スクラップ市況は、特に中国を初めとした海外需要に牽引される形で価格が上昇し、北京オリンピック開催直前の 2008 年 6 月にはトンあたり 69,200 円の高値をつけた。しかしその後、中国向けの需要が大幅に減少し、わずか 4 ヵ月後の 10 月には 9,700 円にまで急激に下落している。

その後は、持ち直しここ最近は3～4万円の間で推移しているが、相場に左右されるというリスクを回避し、経営の安定化を図る意味でも、リユース部品として需要が見込めるものについては、回収および販売を強化する傾向にある。

鉄スクラップ価格　　　単価：円/トン

	2007	2008	2009	2010	2011
1月	30,800～31,800	42,500～44,000	18,800～21,700	28,300～29,800	37,300～39,000
2月	34,000～34,800	47,800～49,000	17,700～19,500	31,500～32,800	39,700～41,200
3月	36,700～37,700	53,700～56,000	15,800～17,800	37,300～38,700	35,000～36,800
4月	36,700～37,700	61,200～63,800	20,300～21,300	38,700～39,800	38,200～40,200
5月	33,400～34,500	63,500～65,300	21,300～23,500	34,700～36,300	35,500～37,000
6月	34,700～36,000	67,300～69,200	24,200～25,300	28,800～30,500	35,500～37,000
7月	36,200～37,700	66,800～68,500	26,700～27,700	26,800～28,700	35,700～36,500
8月	36,700～38,000	38,200～40,700	28,000～29,200	30,700～32,800	33,500～35,000
9月	38,000～39,800	45,000～46,300	26,000～27,300	30,300～32,300	34,200～35,700
10月	37,200～39,300	9,700～12,300	22,500～23,800	26,700～28,300	27,000～28,200
11月	35,800～37,500	14,500～16,300	23,800～24,800	30,500～32,000	27,300～28,200
12月	39,500～41,200	14,200～16,500	24,200～25,300	35,000～36,700	32,300～33,000

＊関東・中部・関西 三地区平均

出所：日本鉄リサイクル工業会

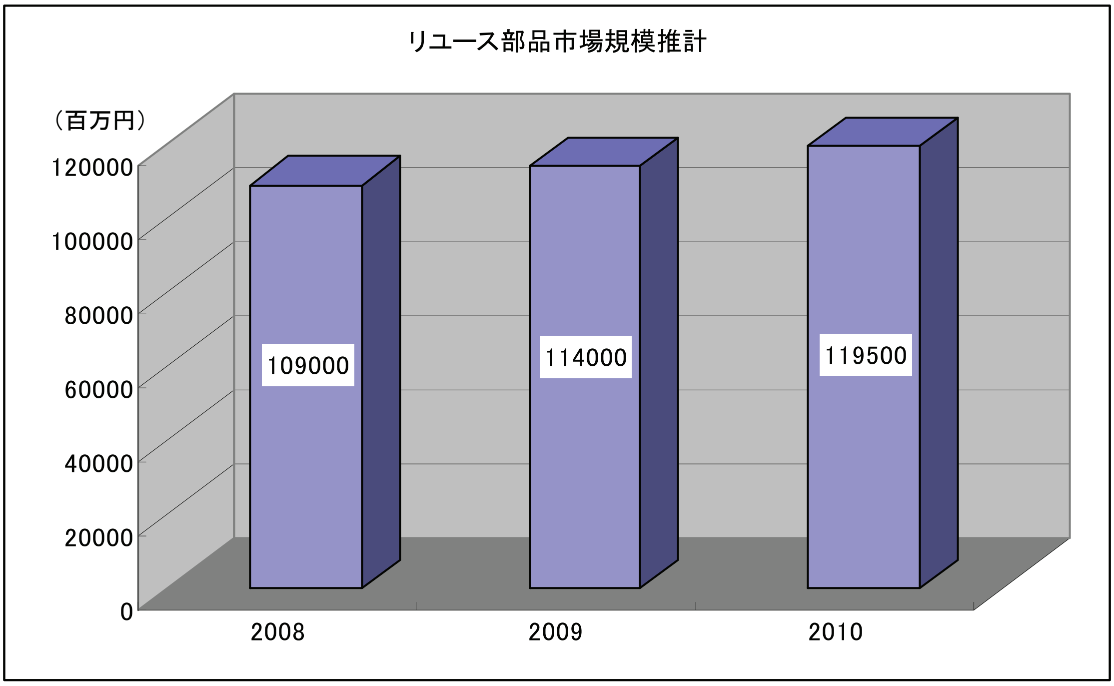
そのリユース部品の需要は基本的に自動車の整備もしくは修理時の部品交換の際に発生するが、需要の元となる自動車保有台数は2007年にはじめて減少に転じている。自動車保有台数は新車販売自体が低迷しているので、今後にかけても増大は期待できず、結果的に部品交換需要のパイも縮小する傾向にある。

そもそも自動車部品の性能が向上しているため故障自体が少なくなっており、そこに長引く景気低迷の影響が加わり、多少の傷や凹みでは整備入庫しなくなっているという声も聞かれる。それは新品部品との価格差を武器に需要を喚起し、市場を拡大してきたリユース部品にも影響を及ぼしはじめている。また自動車の使用年数が長くなっており、ELVから回収されるリユース部品の年式も古くなっている。このような状況からリユース部品の付加価値も小さくなり、リユース部品市場は鈍化傾向を示すようになっている。

リユース部品市場規模推移　　単位：百万円

	2008	2009 年	2010 年
市場規模推計	109,000	114,000	119,500

矢野経済研究所推計



またそもそもリユース部品は解体される ELV から取り外されるため、ELV が発生しない限り、たとえ需要があるからといっても供給できるものではない。かつ自動車部品はメーカー、車種、年式によってそれぞれ採用されている仕様が異なるため、基本的に同じ仕様が採用されている車台にしかリユースできない。

かつ品質等の問題もあり、全ての解体される ELV からリユース部品が取り外せるわけではない。リユース部品全般で言えば、解体される ELV のうち国内向けに販売が可能なリユース部品が取り出せる割合は 20～30%程度となっている。結果的に需要があったリユース部品に対して、供給できた割合としては 40%程度とされており、需要と供給のギャップが生じているのが現状である。

その中、ELV-LiB のリユースについては、そもそも LiB 搭載車が ELV となり、解体処理されていないので、現状リユースされている LiB もないということになる。

ただ今後にかけては低炭素社会への実現に向けて各自動車メーカーが次世代自動車の投入を強化しており、その中で LiB 搭載自動車も確実に増えていくことになる。LiB 搭載した自動車の普及予測は複数出されているが、前述のように経済産業省でも「次世代自動車

戦略 2010」にて、日本自動車工業会の予測等を踏まえて、2020 年と 2030 年の車種別普及見通し（新車販売台数に占める割合）を発表している。

（再掲）2020～2030 年の乗用車車種別普及見通し（民間努力ケース）

		2020 年	2030 年
従来車		80%以上	60～70%
次世代自動車		20%未満	30～40%
	HV	10～15%	20～30%
	EV／PHEV	5～10%	10～20%
	燃料電池自動車	僅か	1%
	クリーンディーゼル自動車	僅か	～5%

＊メーカーが燃費改善、次世代自動車開発等に最大限の努力を行なった場合の民間努力ケース

出所：経済産業省

上記予測では、LiB 搭載が見込まれる EV と PHEV は、2020 年で乗用車販売台数の 5～10%を占めるとされている。乗用車販売台数は近年およそ 400 万台前後で推移しているので、2020 年の乗用車販売台数を 400 万台として仮置くと、20～40 万台の販売台数ということになる。

車種別販売台数　　単位：台

	乗用車	トラック	バス	合計
2007 年	4,400,299	937,732	15,617	5,353,648
2008 年	4,227,643	839,259	15,333	5,082,235
2009 年	3,923,741	672,943	12,572	4,609,256
2010 年	4,212,267	731,094	12,775	4,956,136
2011 年	3,524,788	674,780	10,651	4,210,219

出所：日本自動車販売協会連合会、全国軽自動車協会連合会

そこで、この普及見通しと登録自動車の経年による抹消割合を示した「残存率」を組み合わせることで、LiB の搭載が見込まれる EV および PHEV からの ELV-LiB の発生予測を行なうこととする。

ELV-LiB 発生予測方法および条件

（1）EV および PHEV 普及予測

・経済産業省の EV、PHEV 普及見通し（民間努力ケースの中央値、7.5%、15%）に乗用車新車販売台数（年 400 万台と設定）をかけ合わせて、2020 年、2030 年における販売台数を推計算出（2020 年 30 万台、2030 年 60 万台）

・2010 年から 2020 年までの EV、PHEV の販売台数は、モデル数の追加およびインフラ設備の充実等により、徐々に普及率が高まっていくと想定

よって、データ値の増加または減少の割合が次第に大きくなる場合の曲線である指数近似曲線を用いて年毎の販売台数を推計算出（図 1）

・2021 年から 2030 年にかけては、一定の台数で増加する一次関数を用いて年毎の販売台数を推計算出（図 2）

（2）LiB 搭載車（乗用車）平均使用年数予測

・自動車が ELV として引き取られた平均使用年数（2011 年 3 月末時点 13.2 年、出所：自動車リサイクル促進センター）は乗用車以外の使用年数も含まれているので、乗用車台数比率から乗用車のみの平均使用年数を推計算出（推計乗用車平均使用年数 12.99 年）

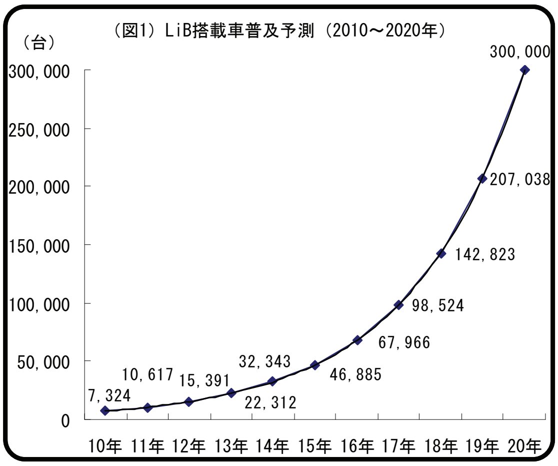
（3）LiB 搭載（乗用車）ELV 発生台数予測

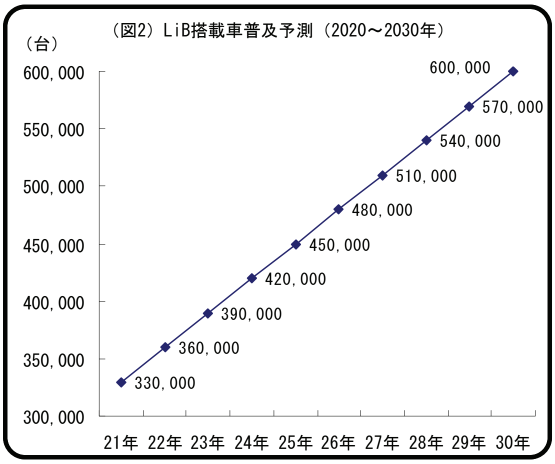
・自動車検査登録情報協会「初度登録年式別残存率」を用いて LiB 搭載車の引取台数を推計算出

ただ、この「残存率」から得られる平均使用年数は中古車在庫として一時抹消されたものなども含まれているので、ELV 引取車台のものより小さく算出される（表 1）

そのため、残存率から得られる平均使用年数が引取車台の推計平均使用年数 12.99 年となるように、残存率を調整（表 2）

・年ごとの販売台数予測（図 1、図 2）と調整残存率から、LiB 搭載の ELV 台数を推計算出（図 3）





（表 1）平均使用年数推移　単位：年

	04 年度	05 年度	06 年度	07 年度	08 年度	09 年度	10 年度
引取車台 平均使用年数（＊1）	11.4	12.0	12.4	12.9	13.0	13.5	13.2
乗用車 平均使用年数（＊2）	11.1	11.7	11.7	11.7	12.7	12.4	－

＊1）リサイクルシステムに引取された車台の平均使用年数

2007 年度より当該年度の期中平均値に変更（従来は当該年度末月時点の値を表示）

出所：自動車リサイクル促進センター

＊2）登録乗用車（軽自動車除く）の平均使用年数

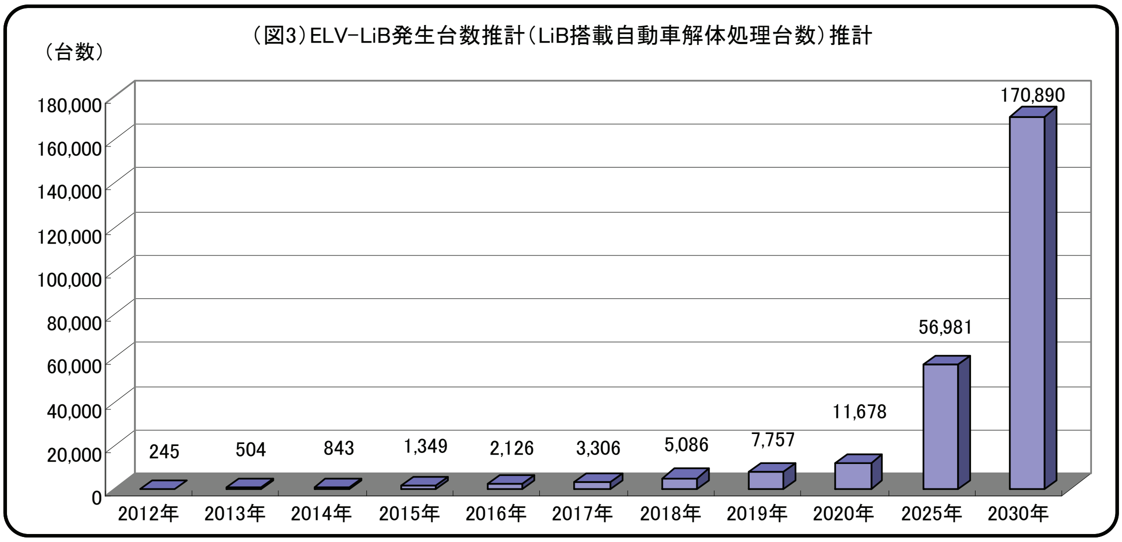
算出には、1 年間の保有台数の減少台数を抹消台数とみなしており一時抹消も含まれる

出所：自動車検査登録情報協会

（表 2）乗用車残存率

初度登録年	残存率	調整後の残存率	初度登録年	残存率	調整後の残存率
当年	99.51%	99.51%	当年-15	18.28%	23.26%
当年-1	99.01%	99.26%	当年-16	13.76%	16.02%
当年-2	96.91%	97.96%	当年-17	9.90%	11.83%
当年-3	93.99%	95.45%	当年-18	7.54%	8.72%
当年-4	93.47%	93.73%	当年-19	7.51%	7.53%
当年-5	90.42%	91.94%	当年-20	3.31%	5.41%
当年-6	88.69%	89.55%	当年-21	3.58%	3.44%
当年-7	83.91%	86.30%	当年-22	2.22%	2.90%
当年-8	80.55%	82.23%	当年-23	2.02%	2.12%
当年-9	72.37%	76.46%	当年-24	0.93%	1.47%
当年-10	67.88%	70.12%	当年-25	1.26%	1.10%
当年-11	56.97%	62.42%	当年-26	0.59%	0.93%
当年-12	49.10%	53.03%	当年-27	0.82%	0.70%
当年-13	36.08%	42.59%	当年-28	0.34%	0.58%
当年-14	28.23%	32.16%			

自動車検査登録情報協会データを元に矢野経済研究所推計



出所：矢野経済研究所

上記方法によって ELV-LiB 推計を行なうと、1 万台以上の ELV-LiB が発生するのは 2020 年となり、それ以降、急激に発生台数が伸びていくものと考えられる。

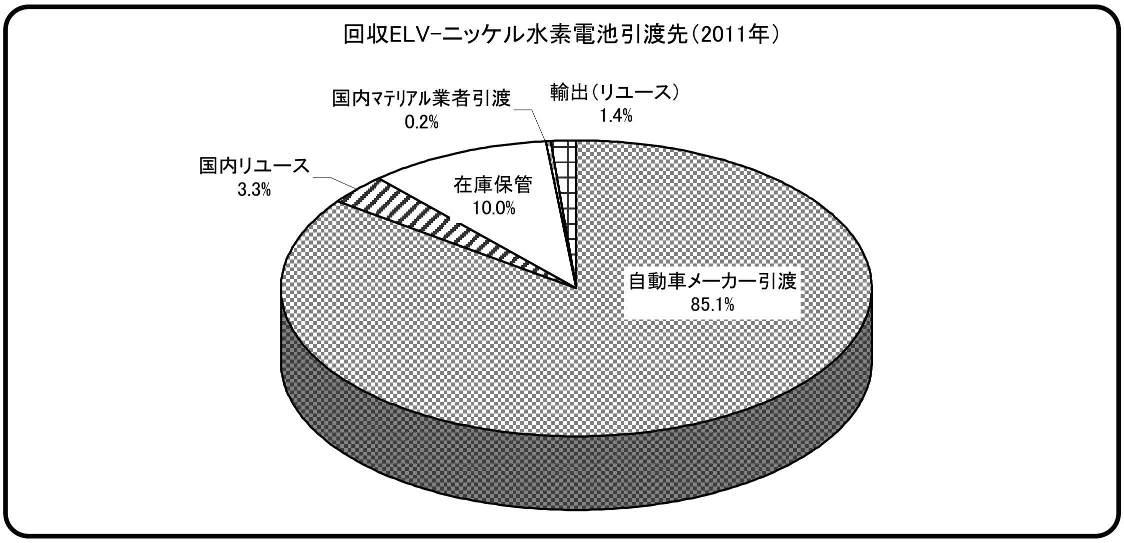
具体的には 2020 年には、およそ 12,000 台弱の LiB を搭載した自動車が解体されると推計されるが、年間およそ 350 万台処理される解体台数に占める割合としては僅かということになる。

ELV-LiB 発生台数推計　単位：台

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2030
発生台数	245	504	843	1,349	2,126	3,306	5,086	7,757	11,678	170,890

その中、発生した ELV-LiB がどのように取り扱われるのか、どの程度、自動車駆動用にリユースされるのかについて考察してみる。

こちらも既に解体処理が行なわれている ELV-Ni-MH について、その取り扱い方法を見てみると前述したように、自動車駆動用へリユースされたものは回収されたうち 3.3%と僅かである。多くは自動車メーカーに引き渡され、ステンレス合金等にリサイクルされているわけであるが、その一方、今後のリユース需要拡大に備えて在庫しているというものが 10%あり、自動車駆動用リユース拡大への可能性を示しているとも言える。

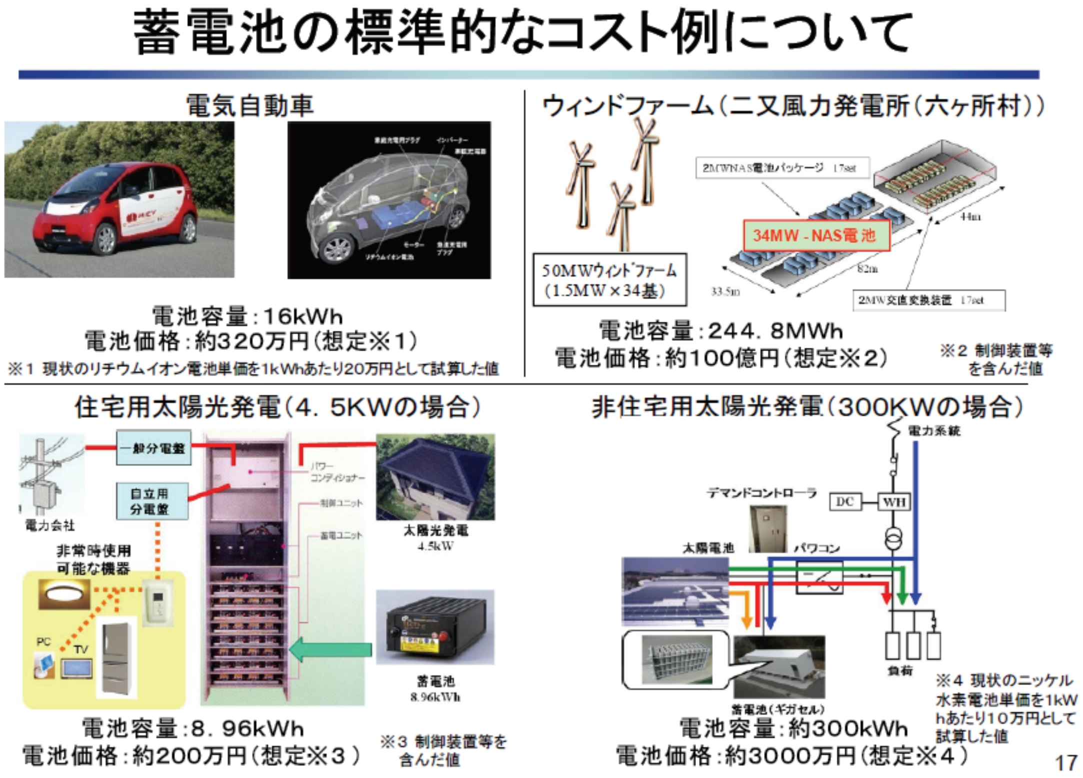


出所：矢野経済研究所

LiBが搭載されるEV等についても今後、故障等で電池交換の必要が発生するケースが想定される。現状、EVを販売する自動車メーカーでは、LiBの取り替えが必要となった場合の費用については検討中としており、具体的な金額は公表されていない。

単純に現在の車載用LiBの1kwhあたりの価格（およそ10万円前後）を掛け合わせると、EVのLiBであれば（16～24kWh）およそ200万円前後と算出される。補修部品として交換する場合は、さらに取り付け整備工賃などが発生するので、さらに費用負担が膨らむことも考えられる。今後、LiBの価格は下がっていくとしても、金額的負担から自動車駆動用へのリユース需要自体は発生するのは間違いない。

また補修部品としての需要以外にも緊急用バッテリーのような交換バッテリーとしての利用方法なども考えられており、高額ゆえにリユース需要が発生することが見込まれている。



出所：資源エネルギー庁

解体業者でも、EV にはエンジンそのものがなくなるため、エンジンのリユース部品売上を補填する意味でも ELV-LiB を販売したいという声が聞かれる。ただ電池容量の劣化問題から、回収した ELV-LiB の全てをリユースに回せるわけではない。LiB の劣化診断が非常に難しい中で、販売後のクレーム等のリスクを回避することが必要となる。

そのため劣化が少ないとされる高年式車両の ELV-LiB がリユースの対象になると想定されるが、解体処理されるような高年式車となると事故車などが中心であるため、数は限定される。

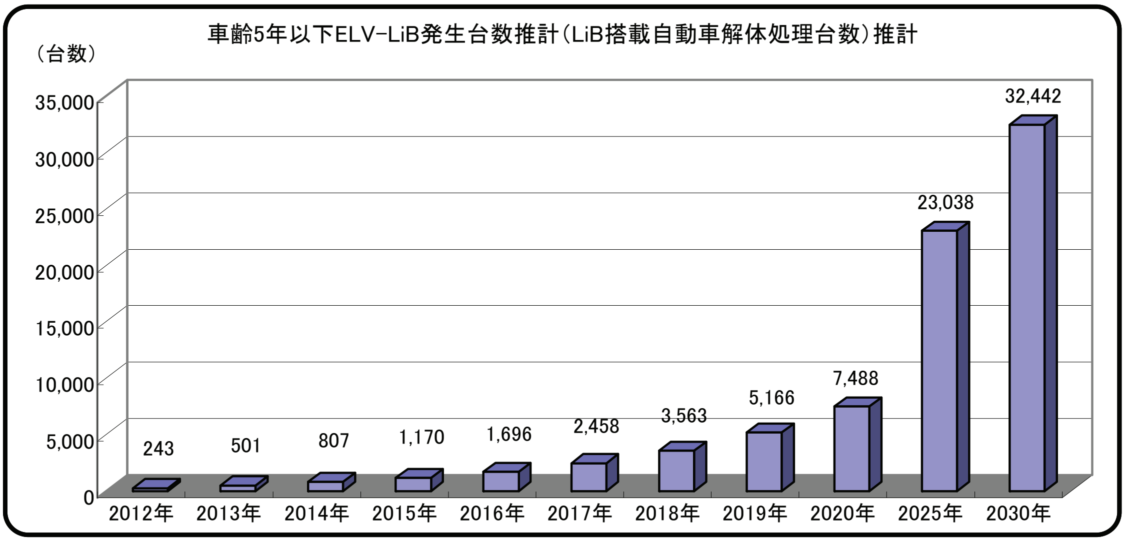
先に示した ELV-LiB 発生台数推計で、年式が 5 年以下のものは 2020 年時点で 7,500 台程度と見られる。ただ上記台数は、乗用車の年式ごとの「残存率」を利用して推計を行なっている。現在、EV 等を購入した際には、「クリーンエネルギー自動車等導入促進対策費」に基づき補助金が支給されている。ただし補助金受け取りには軽自動車は 4 年、登録車は 6 年の保有期間が設定されており、保有期間設定以前に手放す場合は、この補助金を返金しなければならないことになっている。

クリーンエネルギー自動車等導入促進対策費

補助金額は「購入額から基礎額を引いた 1/2」または、「各車別の交付上限額」で、その交付額上限は、三菱自動車「i-MiEV G」では 96 万円、日産自動車「リーフ」であれば 78 万円に設定

そのため補助金が支給された事故車等を解体処理するか否かについては、修理金額と補助金の金額を考慮した上で判断することになるので、推計台数よりも少なくなると見られる。そもそもの ELV-LiB 発生量の少なさが、リユース供給を制限することになる。

以下に車齢 5 年以下の ELV-LiB の発生推計を示すが、2020 年時点での台数は 7,488 台となる。補助金返還の必要性があるため、大破、天災以外での事由では廃車されないと考えられるため、先に示した 2020 年における ELV-LiB 発生台数推計（11,678 台）からこの台数を差し引いたもの（およそ 4000 台）が解体処理に回るものと推計される。



出所：矢野経済研究所

しかし年式が 5 年以上のものとなると、電池劣化が問題となるため、供給力拡大すべく、劣化したセルやモジュールを交換して電池容量を回復させたり、放充電を繰り返すことで電極を再生できないか等の試みが行なわれている。しかし LiB は、しばし「生物」と表現されるように、たとえ劣化セル交換などで容量は回復したとしても、交換したセルとその他のセルがどう反応するか分からず、場合によっては発火するという事態も否定できない。どこまでの正確性をもって劣化状態を確定し、品質を担保するかにもよるが、安全性等の項目について一つ一つ確認していくことが必要であり、それにはリユースした際の劣

化メカニズムとの反応を実際の ELV-LiB にて検証することが必要となる。ただそれら取組みの前提となる ELV-LiB の劣化診断がネックとなるのは前述した通りである。

劣化診断については、自動車メーカーにて車両使用時のデータを集積し、電池材料等と照らし合わせるなどして残存寿命を明らかにする試行がなされている。しかし劣化診断には電池材料に関わる部分もあり、結果が外部に提供されるとは考えにくい。

故に自動車メーカー以外の業者は独自に診断技術を開発しなければならない。解体業者やリビルトメーカー等の中には、放充電を繰り返すことで電極を再生したり、劣化したセルの交換やモジュールを組み合わせて容量を回復させようという試みも出始めている。しかし、現状 ELV-LiB 自体が発生していない状況であり、リユース技術の開発をすると言っても、現状は手探りの状態である。そもそも容量が回復し、自動車駆動用にリユースが可能なのかを含めてノウハウ蓄積の具体的な見通しがついているわけではない。

そのため、独自に ELV-LiB リユース技術開発を進めるところからは、劣化判断のための情報について、外部研究機関等が実施したデータ開示に期待する声も聞かれる。例えば車載用 LiB に段階的に負荷を与えて、その段階ごとの劣化状況のパターンが分かれば、回収した ELV-LiB の充放電サイクル特性および電池メーカー等が公表している充放電サイクル特性を比較すれば、おおよその劣化状態が把握できるのではないかというのである。

実際、ELV-LiB のリユースおよび劣化診断への動きは海外でも注目が高まっており、国からの補助金を受けた実証研究も行なわれている。ただ日本同様、実証研究は始まったばかりであり、また劣化診断に関わるデータ等がどのような形で公表されるかは分からない。しかしこのような動きが広がっていくことでリユースへの大きなハードルが解消される契機となると期待される。

ELV-LiB リユース実証研究（NTT ファシリティーズ）

・環境省（平成 22 年度地球温暖化対策技術開発等事業）の「LiB を動力とする次世代自動車の普及」にて、電池の二次利用に係る実証研究を開始

【実証研究内容】

①LiB の二次利用価値評価技術の研究開発

②LiB の状態管理システムの研究開発

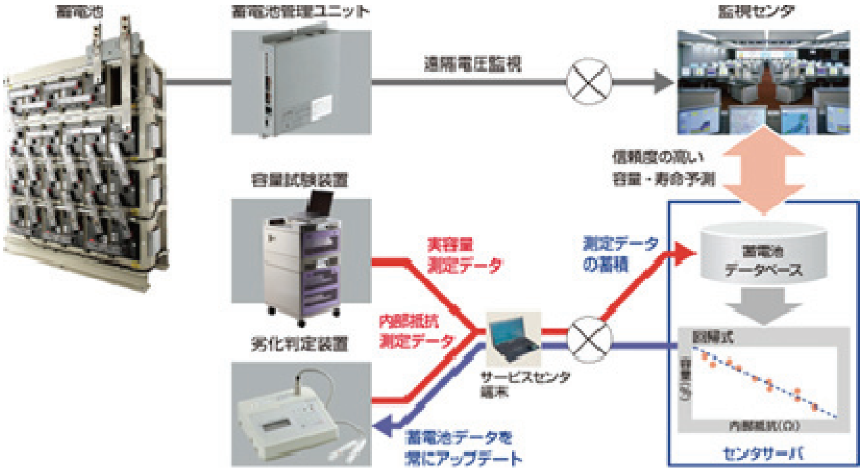
③LiB の二次利用ビジネスモデルの検討・構築

同社は、約 70 万セルの蓄電池（鉛蓄電池）のフィールドデータを基にしたアルゴリズムで、容量・寿命の高精度な判定技術を開発している（蓄電池マネジメント技術）

蓄電池管理ユニット経由で常時モニタリングして寿命を予測

各蓄電池試験時の測定データは、モニタリングしている蓄電池の寿命判定のデータベースとしてリア

ルタイムで更新される



ただ劣化診断以外にも自動車駆動用へのリユースを制約する要因が存在する。まずELV-LiBがある程度まとまって発生するのは、およそ2020年以降と見られるが、その頃のLiBの価格は現在の車載用LiBの価格ではない。NEDOの「二次電池技術開発ロードマップ2010」によれば、車載用LiBの1kwhあたりの価格は2020年に3万円、2030年には0.5万円へ低減させるという目標が立てられている。この目標が達成されるとなると、20kWhの車載用LiBは2030年には10万円程度となり、現状LiBの1/20程度となる計算である。その中でリユースLiBは品質や保証を担保しつつ、新品LiBに対して価格的な訴求を打ち出すことが必要となる。通常、リユース部品であれば新品価格の半額以下、リビルト部品であれば、新品部品の7掛けというのが価格設定の目安となっている。その新品部品との価格差をユーザーがどう評価するのかによって、どの程度需要が発生するかが決まってくる。

現在、LiBの高容量化が進められているが、携帯電話等向けの小型LiBに対して車載用LiBのエネルギー密度はおよそ半分程度とされる。この点から言えば、まだ高容量化への技術的改良の余地があり、かつ生産量拡大による効果によってコストダウンが期待できることになる。このような取組みによってNEDOが示すロードマップのLiB価格にどこまで近づけるのか、その価格次第ではLiBのリユース需要は多く発生しないということも想定される。

また車載用LiBの中にはIDが付与されているものがあり、IDはバッテリーの使用状況や車台番号等の記録を行なっている。そのIDは仮に模造品LiBが車台に搭載された場合、保護回路が働かなく発火や破裂などの危険性があるため、模造品を排除する目的で車台側

でコードを読み取り、適合しない場合、そもそも車台が作動しないようプログラミングすることも可能となる。リユース LiB の場合、純正品ではあるが、ID が異なった場合、同じ車種、モデルであってもリユースできないということなる。

LiB の安全確保のための取扱い指針（抜粋）

4.7 改造品・模倣品へのご注意 a）改造品にご注意ください。 使用済電池や不要となった電池を解体し、電池パックから単電池を取り出し、単電池のまま販売されたり、又は制御回路の乗せ換え等を行なって再び加工され、電池製造業者が全く意図しないような改造パック品に仕上げられ販売されている例があります。このような単電池や改造パック品は、電池製造業者が性能を最大に引き出し、長期の信頼性や安全性を保証した製品とは全く異質なものであり、必要最小限の信頼性と安全性が必ずしも確保されているものではありません。したがって、一般消費者の方がこのような単電池や改造パック品を購入して使用されますと、取扱いによっては、過充電やショートによって安全性が急激に低下し、場合によっては発熱から発火に至るなど危険です。 ご購入時には製造業者名や販売者名などの表示をご確認ください。 b）模倣品電池パックにご注意ください。 デジタルカメラ、ビデオカムコーダー、携帯電話などの電源である LiB パックの模倣品が販売されています。 LiB のパックは、危険防止のために、内部に保護機構や制御回路が組み込まれていますが、模倣品はこれらが一定の品質基準に満たしているか不明です。これまでもこのような電池パックが原因思われるような発火や破裂等の事故が報告されています。このような模倣品を購入、使用しないように十分ご注意ください。

出所：電池工業会

現在、EV 等に採用されている LiB には、異なる ID が付与された LiB が取り付けられても作動しないという対策は取られていない。ただ実際にリユース LiB が他の車台へ載せ換えられて使用された実績はなく、どのような反応を示すかは分からないという意見もある。例えば車台側で LiB を載せ変える前の電池と認識し、航続可能距離などで実際の航続可能距離とは異なる表示がされる等の問題が生じる恐れがあるというのである。そのため自動車メーカーでは LiB を載せ換えた場合には、車台側で正しく LiB を管理するために、テスター等によって ID を書き換えることを推奨している。

なお、特定の部品流通を排除し、新品や純正部品に限定するような措置は「私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律（独占禁止法）」に抵触する可能性があるとの指摘がある。具体的には同法の第 19 条「不公平な取引方法」の一般規定 15 項「競争者に対する取引妨害」の規定に違反するというのである。

車載用 LiB に ID を付与するか、付与する場合でもどのような基準で ID を設定するかについては、自動車メーカーの判断となる。しかし現状は ID が付与されていても、交換した LiB で車両使用は可能あるので、ELV-LiB をリユースしようという競争者に対する取引妨害には当たらない。また安全上の理由から自動車メーカーが ID を管理し、適合した ID でないと車台が作動しないようにしたとしても、ID を書き換えるテスター等を外販していれば、競争者の排除には当たらないと考えられている。

ただ ID を書き換えるテスター等は汎用的ではない。対象車種を販売するディーラーはともかく、その他業者でリユースする場合には、機器を導入しなくてはならないことになり、多少なりとも制限ががかかることになる。

（参考）

キヤノン株式会社に対する独占禁止法違反被疑事件の処理について

平成 16 年 10 月 21 日

公正取引委員会

公正取引委員会は，キヤノン株式会社（以下「キヤノン」という。）に対し，キヤノン製カラーレーザープリンタに使用されるトナーカートリッジ（以下「カートリッジ」という。）にＩＣタグ（注 1）を搭載し，ＩＣタグに搭載されたＩＣチップに記録された情報の解析や書換えを困難にし，当該カートリッジの再生品（注 2）が作動しないようにすることにより，再生業者（注 3）が当該カートリッジの再生品を販売することを困難にさせている疑いがあったことから，独占禁止法の規定に基づいて審査を行ってきたところ，次のとおり，現在までに再生業者が再生品を再生販売することが可能となっていると認められたことから，審査を終了することとした。

本件の概要は，以下のとおりである。

(注 1)ＩＣタグとは，ＩＣチップとアンテナにより構成され，物品に搭載されるものであって，その中に当該物品の識別情報その他の情報を記録し，電波を利用することによりこれらの情報の読み取り又は書き込みができるものをいう。

(注 2)再生品とは，一般に，レーザープリンタのユーザーから再生利用の依頼を受けて回収された使用済カートリッジで，分解，洗浄，消耗した部品の交換等の後，トナーが充てんされて，販売されるものである。

(注 3)再生業者とは，使用済カートリッジの回収等及び再生品の販売を行う事業者である。

1　本件の概要

(1)ア　キヤノンは，レーザープリンタ及びそのカートリッジの開発及び製造販売を行っており，我が国におけるカラーレーザープリンタの市場において有力な事業者である。

イ　カートリッジには，プリンタメーカーが販売するいわゆる純正品のほか，再生業者によって販売される再生品がある。

コンピュータ利用の増大に伴い，レーザープリンタに用いられるカートリッジの需要も拡大しており，ユーザーのカートリッジの再生品に対する需要も高まっている。

再生品の市場シェアは，モノクロレーザープリンタで約25%，カラーレーザープリンタで約4%であり，いずれも増加傾向にある（再生業者の団体による平成15年の推計値）。

再生品の価格は，純正品の価格の半分程度となっていることが多い。

ウ　一般的なプリンタの例では，カートリッジにＩＣチップが搭載されている場合には，ＩＣチップに当該カートリッジのトナーがなくなった旨のデータ（以下「寿命データ」という。）が記録されていれば当該カートリッジにトナーが充てんされても，プリンタが作動しないように設計されている。このため，再生業者は，通常，回収した使用済カートリッジの寿命データを書き換えて初期状態に戻し，プリンタが当該カートリッジを新品であると認識する状態にして，再生品としてユーザーに販売している。

(2)キヤノンは，平成14年及び15年に発売を開始したカラーレーザープリンタに使用されるカートリッジについて，プリンタ本体の損傷防止及び純正品であるカートリッジが使用された場合の印字品質を確保する観点から，ＲＦＩＤ（Radio Frequency Identification）と称されるＩＣタグを搭載し，そのＩＣチップに寿命データを記録して，トナーがなくなるなど寿命に達したカートリッジが装着された場合には，当該カラーレーザープリンタは作動しないようにしている。

また，このＩＣタグは，無線通信等のセキュリティが高いことから，再生業者が解析し，ＩＣチップの寿命データを書き換えて初期状態に戻し，再生品として利用することは困難になっている。このため，当該ＩＣタグが搭載されたカートリッジについて，ＩＣチップの寿命データを書き換える方法により再生品として販売している再生業者はいない。

このため，公正取引委員会は，キヤノンが当該ＩＣタグを利用して再生品の取引を妨害しているとの疑い（独占禁止法第19条（不公正な取引方法第15項[競争者に対する取引妨害]）の規定に違反するおそれ）により，同法の規定に基づいて審査を行ってきたものである。

(3)当委員会による審査の過程において，次のことが判明した。

ア　キヤノンは，前記1(2)のカラーレーザープリンタ本体のソフトウェアによって，ＩＣチップに寿命データが記録されていてもトナーが充てんされた再生品を当該プリンタに装着した場合には，純正品ではないと認識し，当該プリンタ本体のパネルに「カートリッジフセイ」と表示するものの，ユーザーが所要の操作を行うことにより，印刷が継続できるようにしており，再生業者がＩＣチップの寿命データを書き換えなくても，カートリッジを再生利用することは可能であること。

イ　ただし，この場合であっても，次のいずれかの条件のもとでは，当該再生品は，寿命に達した純正品と認識され（注4），当該プリンタは作動しない場合があること。

(ア)ユーザーが，当該プリンタにおいて使用したカートリッジのうち，直近に使用した同色のカ

ートリッジ３本のうちいずれかの再生品を同一のプリンタに再度装着した場合

(ｲ)ユーザーが，当該プリンタにおいて使用したカートリッジがトナー以外の要因によって寿命に達した場合において，寿命到達後 30 日以内に当該カートリッジの再生品を当該プリンタに装着したとき

(注 4)キヤノンは，ユーザーが，ＩＣチップに寿命データが記録されている純正品を当該プリンタに再装着した場合には，プリンタ本体のソフトウェアによって，当該プリンタ本体のパネルに「トナーコウカン」と表示し，当該プリンタの作動は全部停止するようにしている。

ウ　前記 1(3)アにより，一部の再生業者は，前記 1(2)のカラーレーザープリンタに使用されるカートリッジに搭載されたＩＣチップの寿命データを書き換えて初期状態に戻すことなく，回収したカートリッジを再生し，再生品として販売を開始している一方で，前記 1(3)イにより，再生品であっても当該プリンタが寿命に達した純正品であると認識して作動しない場合があることから，再生業者が，ユーザーに対して再生品を販売するに当たり，支障が生じていること。

エ　キヤノンは，前記のような再生品の使用を希望するユーザーの存在を考慮し，再生品の使用に支障が生じることのないよう，次のように対応していること。

(ｱ)再生業者の団体に対し，前記 1(3)の再生品が装着されたプリンタが作動する条件について説明を行った。

(ｲ)当該プリンタの取扱説明書のこれら動作に関する説明を一部修正するとともに，再生品が装着された場合に当該プリンタ本体のパネルに表示される「カートリッジフセイ」との表示についても，ユーザーが再生品を使用することをためらわせることのないような表現に修正することとした。

(ｳ)一部のプリンタでは，再生品が装着された場合には色調整の機能が働かない場合があったが，キヤノンは，本修正に併せて，その原因となっていたソフトウェアのプログラムの誤りを修正することとした。

(4)前記 1(1)ないし(3)の事実にかんがみれば，これまでに，前記 1(2)のカラーレーザープリンタに使用されるカートリッジの再生品の利用を望むユーザーに対し，再生業者が再生品を提供することは可能になっている実態にあり，独占禁止法上の問題が解消していると認められる。

2　公正取引委員会の対応

レーザープリンタのメーカーがレーザープリンタに使用されるカートリッジにＩＣチップを搭載することについて，カートリッジの再生利用との関係で生じ得る問題に関する独占禁止法上の考え方は，別紙のとおりである。

当委員会としては，今後とも，公正かつ自由な競争の促進の観点から，レーザープリンタ向けカートリッジの取引における競争の状況を見守っていくこととしている。

（参考）

＜別紙＞

レーザープリンタに装着されるトナーカートリッジへのＩＣチップの搭載と
トナーカートリッジの再生利用に関する独占禁止法上の考え方

近年，レーザープリンタに使用されるトナーカートリッジ（以下「カートリッジ」という。）にＩＣチップが搭載される事例が増えている。レーザープリンタのメーカーがその製品の品質・性能の向上等を目的として，カートリッジにＩＣチップを搭載すること自体は独占禁止法上問題となるものではない。しかし，プリンタメーカーが，例えば，技術上の必要性等の合理的理由がないのに，あるいは，その必要性等の範囲を超えて

① ＩＣチップに記録される情報を暗号化したり，その書換えを困難にして，カートリッジを再生利用できないようにすること
② ＩＣチップにカートリッジのトナーがなくなった等のデータを記録し，再生品が装着された場合，レーザープリンタの作動を停止したり，一部の機能が働かないようにすること
③ レーザープリンタ本体によるＩＣチップの制御方法を複雑にしたり，これを頻繁に変更することにより，カートリッジを再生利用できないようにすること

などにより，ユーザーが再生品を使用することを妨げる場合には，独占禁止法上問題となるおそれがある（第１９条（不公正な取引方法第１０項［抱き合わせ販売等］又は第１５項［競争者に対する取引妨害］）の規定に違反するおそれ）。

なお，前記の考え方は，インクジェットプリンタに使用されるインクカートリッジにＩＣチップを搭載する場合についても，基本的に同様である。

出所：公正取引委員会

加えて車載用 LiB は車種やモデル等によって形状や大きさが異なっているため、リユースする場合、同じ仕様の車種、モデルにしか装着ができなく、LiB のモジュール自体は同一でも、リユースできないことになる。現在 LiB は高容量化に伴う小型化が進んでおり、LiB パック形状が変更される場合も想定され、LiB パック形状がリユースを制限する要因ともなる。そのためリユースする車台に合わせるべく、車載用 LiB パックの分解等を行なう事業者が出てくることも考えられる。

ただこの LiB パックをリユース目的に分解等、手を加えた場合、製造物責任（PL）法における「加工」に該当することが考えられ、万が一、「加工」した LiB が「欠陥により他人の生命、身体又は財産を侵害したときは、これによって生じた損害を賠償するという責任」を負うことになる。ここで言う「加工」とは「物品に手を加えてその本質を保持しつつ、これに新しい属性又は価値を付加すること」とされており、他車種等、自動車メーカーの仕様と異なる「新しい属性」に向けた製品とした時点で、製造物責任が移転すると考えら

れている。一方、同じ車種へのリユースする目的で、モジュールやセルの交換等を行なった場合については、「加工」ではなく、「修理」に該当し、製造物責任法の対象とはならないと考えられている。しかし LiB の劣化回復やモジュール、セル交換等が一般的な修理方法ではないので「加工」と判断されるという考えもあるので、LiB リユースを手がける業者には製造物責任法への対策が必要ということになる。

（再掲）製造物責任法（PL 法）

（目的）

第一条　この法律は、製造物の欠陥により人の生命、身体又は財産に係る被害が生じた場合における製造業者等の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図り、もって国民生活の安定向上と国民経済の健全な発展に寄与することを目的とする。

（定義）

第二条　この法律において「製造物」とは、製造又は加工された動産をいう。

２　この法律において「欠陥」とは、当該製造物の特性、その通常予見される使用形態、その製造業者等が当該製造物を引き渡した時期その他の当該製造物に係る事情を考慮して、当該製造物が通常有すべき安全性を欠いていることをいう。

３　この法律において「製造業者等」とは、次のいずれかに該当する者をいう。

一　当該製造物を業として製造、加工又は輸入した者（以下単に「製造業者」という。）

二　自ら当該製造物の製造業者として当該製造物にその氏名、商号、商標その他の表示（以下「氏名等の表示」という。）をした者又は当該製造物にその製造業者と誤認させるような氏名等の表示をした者

三　前号に掲げる者のほか、当該製造物の製造、加工、輸入又は販売に係る形態その他の事情からみて、当該製造物にその実質的な製造業者と認めることができる氏名等の表示をした者

（製造物責任）

第三条　製造業者等は、その製造、加工、輸入又は前条第三項第二号若しくは第三号の氏名等の表示をした製造物であって、その引き渡したものの欠陥により他人の生命、身体又は財産を侵害したときは、これによって生じた損害を賠償する責めに任ずる。ただし、その損害が当該製造物についてのみ生じたときは、この限りでない。

（免責事由）

第四条　前条の場合において、製造業者等は、次の各号に掲げる事項を証明したときは、同条に規定する賠償の責めに任じない。

一　当該製造物をその製造業者等が引き渡した時における科学又は技術に関する知見によっては、当該製造物にその欠陥があることを認識することができなかったこと。

二　当該製造物が他の製造物の部品又は原材料として使用された場合において、その欠陥が専ら当該他の製造物の製造業者が行った設計に関する指示に従ったことにより生じ、かつ、その欠陥が生じたことにつき過失がないこと。

（期間の制限）

第五条　第三条に規定する損害賠償の請求権は、被害者又はその法定代理人が損害及び賠償義務者を知った時から三年間行わないときは、時効によって消滅する。その製造業者等が当該製造物を引き渡した時から十年を経過したときも、同様とする。

２　前項後段の期間は、身体に蓄積した場合に人の健康を害することとなる物質による損害又は一定の潜伏期間が経過した後に症状が現れる損害については、その損害が生じた時から起算する。

（民法 の適用）

第六条　製造物の欠陥による製造業者等の損害賠償の責任については、この法律の規定によるほか、民法 （明治二十九年法律第八十九号）の規定による。

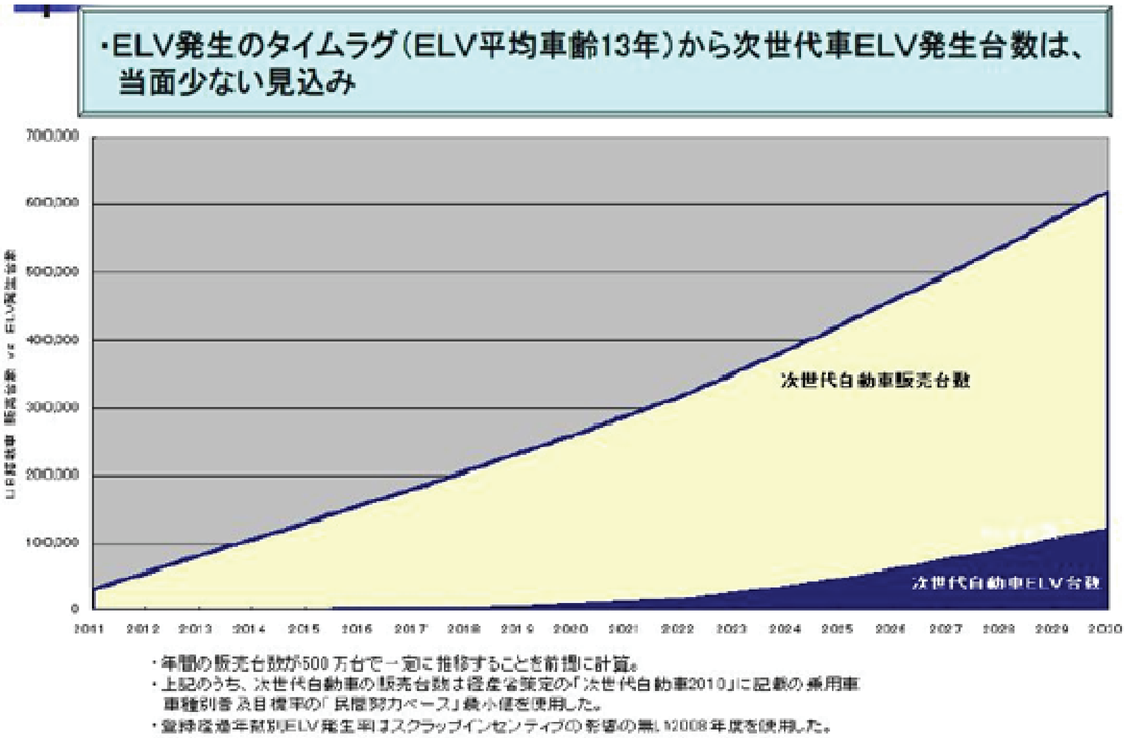
附　則　抄

（施行期日等）

１　この法律は、公布の日から起算して一年を経過した日から施行し、その法律の施行後にその製造業者等が引き渡した製造物について適用する。

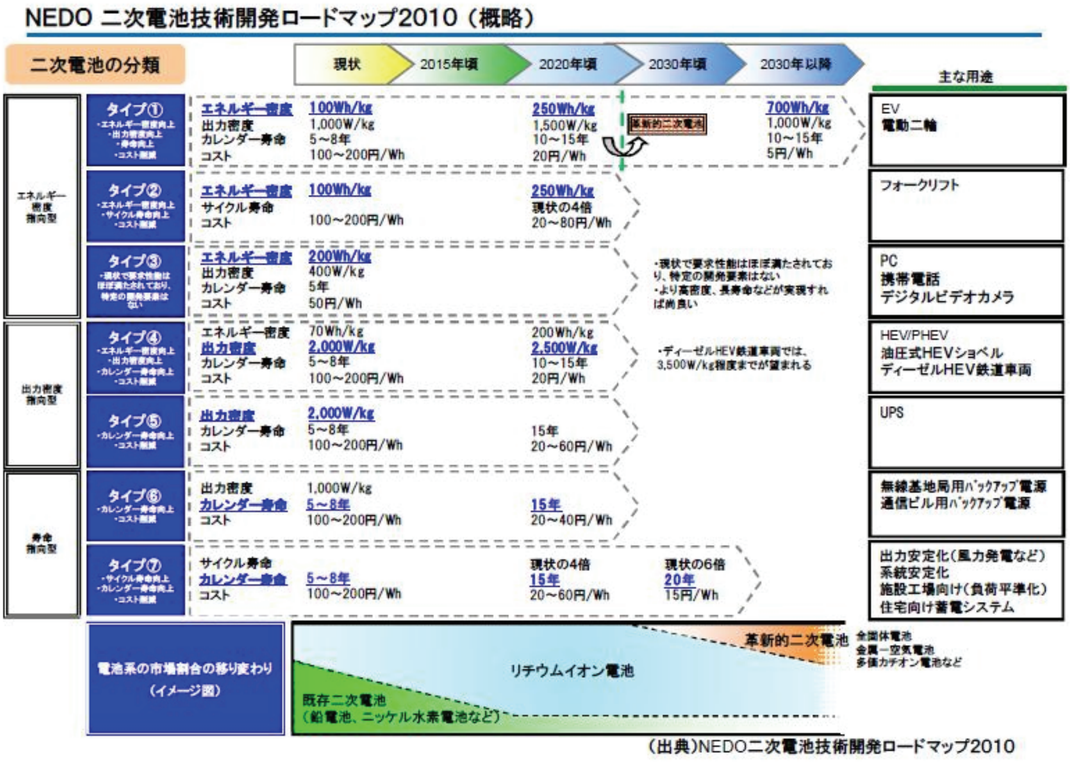
その他、他のリユース部品と異なり ELV-LiB を在庫保管した場合の自己放電への対応もしなくてはならない。それら工数に対する対価は価格低減が進む車載用 LiB に対して価格訴求力を維持できるものなのかという問題も LiB 搭載車が普及するにつれ大きくなってゆく。

このように自動車駆動用への ELV-LiB リユースについては、まだ解決すべき課題が多いのが現状である。そもそも ELV-LiB の発生量の少なさがリユース供給を制限する。かつ上記課題点のメドが立たない間は、現状の ELV-ニッケル水素の自動車駆動用リユースが数%にとどまっているように、極めて限られた流通にとどまるものと考えられる。



・ELV発生のタイムラグ（ELV平均車齢13年）から次世代車ELV発生台数は、当面少ない見込み
700,000
600,000
500,000
400,000
300,000
200,000
100,000
0
次世代自動車販売台数
次世代自動車ELV台数
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
・年間の販売台数が500万台で一定に推移することを前提に計算。
・上記のうち、次世代自動車の販売台数は経産省策定の「次世代自動車2010」に記載の乗用車車種別普及目標率の「民間努力ベース」最小値を使用した。
・登録経過年数別ELV発生率はスクラップインセンティブの影響の無い2008年度を使用した。

出所：日本自動車工業会



NEDO 二次電池技術開発ロードマップ2010（概略）
二次電池の分類
現状
2015年頃
2020年頃
2030年頃
2030年以降
主な用途
エネルギー密度指向型
出力密度指向型
寿命指向型
タイプ①
エネルギー密度 100Wh/kg 250Wh/kg 700Wh/kg
出力密度 1,000W/kg 1,500W/kg 1,000W/kg
カレンダー寿命 5～8年 10～15年 10～15年
コスト 100～200円/Wh 20円/Wh 5円/Wh
革新的二次電池
EV
電動二輪
タイプ②
エネルギー密度 100Wh/kg 250Wh/kg
サイクル寿命 現状の4倍
コスト 100～200円/Wh 20～80円/Wh
フォークリフト
タイプ③
エネルギー密度 200Wh/kg
出力密度 400W/kg
カレンダー寿命 5年
コスト 50円/Wh
・現状で要求性能はほぼ満たされており、特定の開発要素はない
・より高密度、長寿命などが実現すれば尚良い
PC
携帯電話
デジタルビデオカメラ
タイプ④
エネルギー密度 70Wh/kg 200Wh/kg
出力密度 2,000W/kg 2,500W/kg
カレンダー寿命 5～8年 10～15年
コスト 100～200円/Wh 20円/Wh
・ディーゼルHEV鉄道車両では、3,500W/kg程度までが望まれる
HEV/PHEV
油圧式HEVショベル
ディーゼルHEV鉄道車両
タイプ⑤
出力密度 2,000W/kg
カレンダー寿命 5～8年 15年
コスト 100～200円/Wh 20～60円/Wh
UPS
タイプ⑥
出力密度 1,000W/kg
カレンダー寿命 5～8年 15年
コスト 100～200円/Wh 20～40円/Wh
無線基地局用バックアップ電源
通信ビル用バックアップ電源
タイプ⑦
サイクル寿命 現状の4倍 現状の6倍
カレンダー寿命 5～8年 15年 20年
コスト 100～200円/Wh 20～60円/Wh 15円/Wh
出力安定化（風力発電など）
系統安定化
施設工場向け（負荷平準化）
住宅向け蓄電システム
電池系の市場割合の移り変わり（イメージ図）
革新的二次電池
全固体電池
金属一空気電池
多価カチオン電池など
リチウムイオン電池
既存二次電池（鉛電池、ニッケル水素電池など）
（出典）NEDO二次電池技術開発ロードマップ2010

6-2-4. その他用途用 ELV-LiB リユース展望

ELV-LiB のリユース用途として想定される定置型蓄電池は、2011 年 3 月に発生した東日本大震災および福島原発事故の影響もあり、関心が高まっている。住宅メーカーでもエネルギー消費および CO_2 排出を実質ゼロにする太陽光発電システムやエネルギー需給を最適に制御する HEMS（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）を装備した住宅の商品強化が進められているところである。

ただ太陽光などの再生可能エネルギーの活用に際しては、時間や天候によって発電量が不安定であることと、発電と電力消費の時間的なズレを解消できるかがポイントとなる。その中で、蓄電池はエネルギー効率を高める手段となり、太陽光で発電した電力を夜間に使用したり、安い深夜電力を活用することも可能となる。

しかしこの蓄電池の普及には、価格の高さという大きな課題があり、LiB 容量 1kWh あたりのコストは現在、10 万円程度とされる。家庭によって消費電力量は異なるが、1 日分の電力量はおよそ 10kWh 前後と言われるので、LiB を搭載した家庭用蓄電池は単純計算で 100 万円となる。

そこに ELV-LiB を定置型蓄電池としてリユースできれば、価格訴求力をもった電力平準化の手段となり、需要開拓が可能になると見込まれている。例えば EV に搭載されている LiB は三菱自動車「i-MiEV」で 16kWh、日産自動車「リーフ」で 24kWh である。ELV から回収された電池がたとえ 30%程度劣化していたとしても、世帯あたりの 1 日分の消費電力量は十分まかなえるということになる。

ただ同じ LiB でも自動車駆動用はエネルギー密度および出力密度への要求が高く、定置型蓄電池用では、サイクル寿命、カレンダー寿命に重点が置かれている。自動車向けの要求最大充放電レート 2～3C であるのに対し、定置型向けの要求最大充放電レートは 0.3～0.5C と充放電能力の要求範囲が異なっている。

そのため自動車メーカーでは ELV-LiB を要求性能が異なる用途にリユースした場合に問題なく利用可能かどうか確認すべく、実証研究を進めている。実証研究ではリユースした ELV-LiB が使用中にどのような出力になるのか、またそれが LiB の材料にどのような影響があり、熱暴走を起こすことがないか等の検証が行なわれている。ただ ELV-LiB 自体が発生していないため、放充電サイクルごとの放電曲線を算出する定量的な分析には至っていない。自動車メーカーではデータを蓄積しつつ、新品 LiB を用いながら検証を行なっているのが実際となる。

この ELV-LiB の 2 次利用に向けた取り組みは自動車メーカーのほか、電池材料からの劣化関連性を分析するために LiB メーカーが、またリユース用途に合わせた出力パターンなどのノウハウが必要なためリユース用途先の住宅メーカーなども参加して進められている。

なお ELV-LiB の 2 次利用の実証研究を進める「フォーアールエナジー」では 2016 年にリユース LiB を用いた商品販売すると計画しており、この計画からすると、あと 4 年程度

は検証の時間が必要ということになる。

表２．用途ごとの要求性能による二次電池の分類

指向する電池性能	分類	主用途	展開可能用途
エネルギー密度指向型	タイプ① ・エネルギー密度向上 ・出力密度向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・EV ・電動二輪	フォークリフト / UPS / 無線基地局用バックアップ / 通信ビル用バックアップ / エレベーターバックアップ / 投光機 / 溶接機 / フロアマシン / 放送用カメラ・スピーカー / 運路鋲 / ゴルフカート / 高所作業車
	タイプ② ・エネルギー密度向上 ・サイクル寿命向上 ・コスト削減	・フォークリフト	UPS / ATM用バックアップ / 無線基地局用バックアップ / 通信ビル用バックアップ / エレベーターバックアップ / 投光機 / 溶接機 / 高所作業車 / フロアマシン / 放送用カメラ・スピーカー / 運路鋲 / ゴルフカート
	タイプ③ ・現状で要求性能はほぼ満たされており、特定の開発要素はない	・PC ・携帯電話 ・デジタルビデオカメラ	ハンディーターミナル / コードレス電話 / デジタルオーディオプレーヤー / 携帯ゲーム / 携帯TV・DVD / 業務用ハンディプリンタ / 電動歯ブラシ / ロボット（介護） / 電動式玩具 / 電動アシスト自転車 / 業務用ロボット（警備） / 電動式車椅子（シニアカー）
出力密度指向型	タイプ④ ・エネルギー密度向上 ・出力密度向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・HEV/PHEV ・ディーゼルHEV鉄道車両 ・油圧式HEVショベル	電動工具（プロ使用） / 除雪機（HEV） / UPS / ATM用バックアップ / ハイブリット照明 / セキュリティー用防犯システム / 直流電源装置 / AGV / AED（院内使用） / 電動工具（一般使用）
	タイプ⑤ ・カレンダー寿命 ・コスト削減	・UPS	ATM用バックアップ / ハイブリット照明 / セキュリティー用防犯システム / 直流電源装置 / AGV / 電動工具（一般使用）
寿命指向型	タイプ⑥ ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・無線基地局用バックアップ ・通信ビル用バックアップ	ATM用バックアップ / エレベーターバックアップ / 投光機 / 溶接機 / フロアマシン / 放送用カメラ・スピーカー / 運路鋲 / ゴルフカート / 高所作業車
	タイプ⑦ ・サイクル寿命向上 ・カレンダー寿命向上 ・コスト削減	・出力安定化（風力発電等） ・系統安定化 ・施設工場向け電力蓄電システム（負荷平準化） ・住宅向け蓄電システム	フォークリフト / エレベーターバックアップ / 投光機 / 溶接機 / フロアマシン / 放送用カメラ・スピーカー / 運路鋲 / ゴルフカート / 高所作業車

出所：NEDO

電池履歴情報の活用

電池履歴情報の収集			データ解析
測定項目		➡	・電池の良否判定
・セル電圧	・電流積算値		SOH 把握、不具合検知
・容量、抵抗劣化係数	・充電状態		・2 次利用の可否判定
・電池温度	（急速、普通）		セルばらつき、閾値超え頻度
・SOC			・2 次利用での用途選別
・高電圧、低電圧回数			SOH 予測、容量低下特性把握

定置型蓄電池の利用用途としては、住宅および事業所向けへの検討が先行しているが、その他、バックアップ用蓄電池や UPS、さらに再生可能エネルギー発電の出力変動平滑化のための貯蔵用途なども検討されている。コスト的には既に自動車電池としての役割は果たしており、安全性等が確認されれば、さらなる需要開拓につながることが期待される。

特にマンガン系の ELV-LiB は現状、焼却処分という公算が高い。しかし焼却するにもコストがかかるわけで、その負担軽減のためにも需要先を増やすことが重要となっていく。

ELV-LiB リユース想定用途

- ・住宅用蓄電池（太陽光発電蓄電）
- ・商業施設、公共施設、工場等、事業用蓄電池（BEMS）
- ・バックアップ電源
- ・無停電電源装置（UPS）
- ・風力、太陽光発電等の出力変動平滑化

同様に ELV-Ni-MH についても、定置型蓄電池向け 2 次利用の実証研究が開始されている。Ni-MH は LiB に比べて容量は小さいが、モジュールを組み合わせることで、リユース用途に応じた容量確保は可能となる。トヨタ自動車でも、名古屋トヨペットの太田川店に定置型蓄電システムを設置し、性能や耐久性、CO_2 の低減、省エネ効果を把握していくとしている。

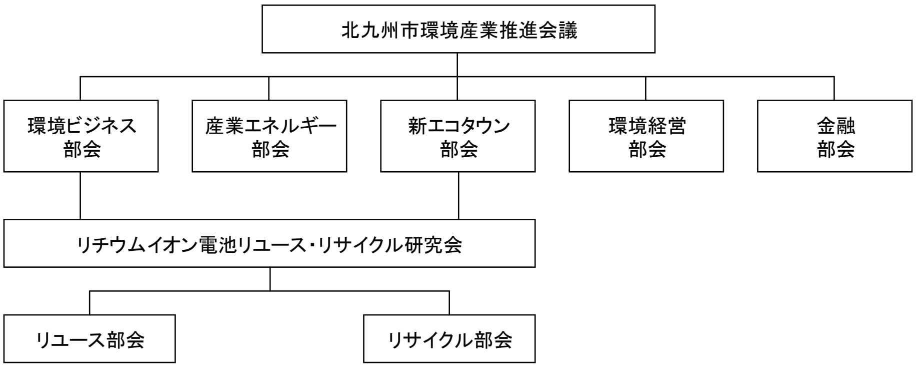
ELV-Ni-MH はステンレス合金等にマテリアルリサイクルされているが、定置型蓄電池という新たな価値を見出した後、最終的に資源に戻すことで、トータルサイクルコストの低減につながることが期待できることになる。

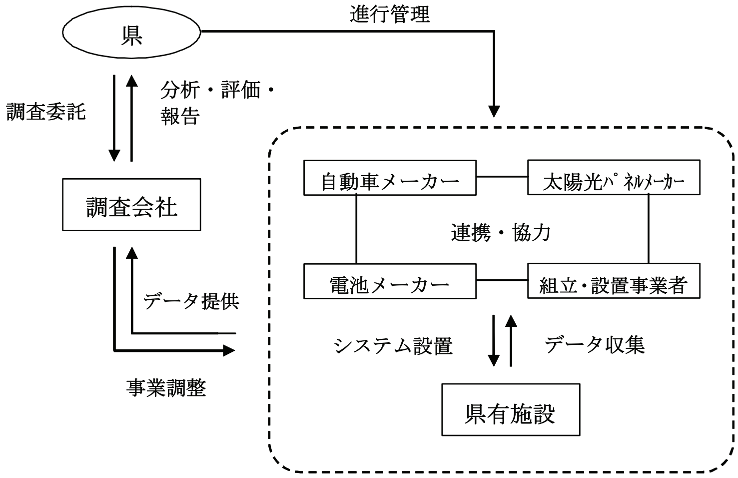
出所：トヨタ自動車

2 次利用への取組み

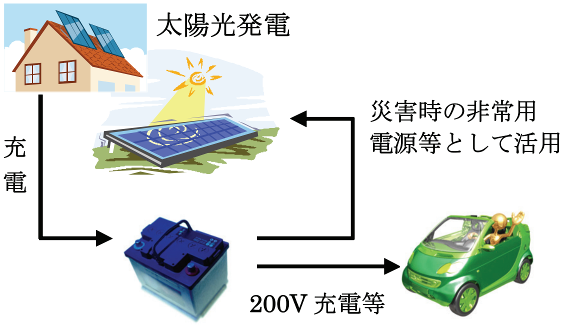
	取組み内容
北九州市	・ELV-LiB のリユースとリサイクルを促進し、新たなビジネス創出を目的に 2011 年 7 月 27 日、「LiB リユース・リサイクル研究会」を発足 － 北九州市が設置している環境産業推進会議の中に設置 － 自動車用 LiB の再活用に産官学が連携して取り組むのは全国初 － 北九州にある「北九州エコタウン」を活用し、先進性、独自性を有する LiB のリユースやリサイクルに関して、研究開発から事業化に至るまでの支援を進め、リサイクルに関する優位性とリユースに関する研究を融合させたモデルを提案していく － 研究期間 平成 23 年度～24 年度（2 年間） ・研究会はリユース部会とリサイクル部会で構成 （1）リユース部会では、使用済 LiB を実際に設置するなどして定置型蓄電池としての性能を検証し、事業化の可能性を探る 2011 年度内にも調査研究や計画の立案などを行い、早ければ 2012 年度から実証に取り掛かる予定 （2）リサイクル部会では、使用済 LiB からリチウムを始めとするレアメタルなどの有価物を取り出してリサイクルする技術開発の実証研究を行う ・自動車メーカー、他自治体等で、家庭用、事業用への LiB リユース実証研究を進めていることから、差別化を図るべく、農業用（ビニールハウス）へのリユースを前提とした研究を行なっている 平成 24 年度はアプリケーションの実証、事業可能性の調査について実施予定 ・電池劣化等の検証については、専門性が高いため、研究対象とはしていない ・リユース部会構成メンバー

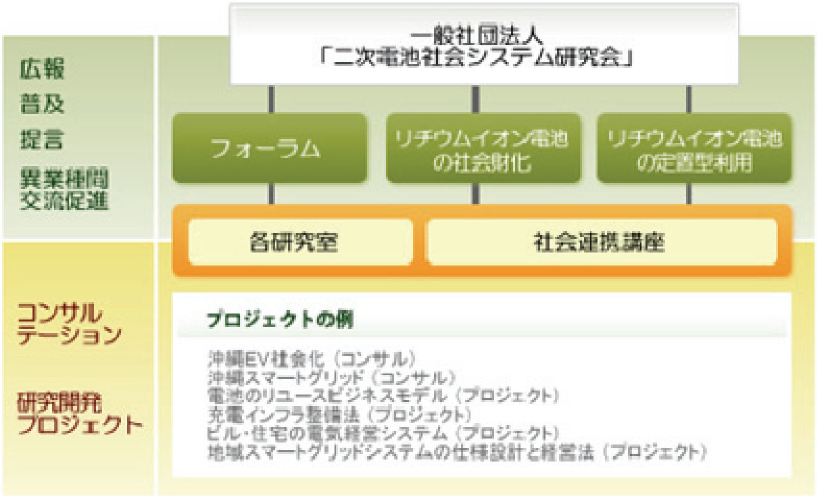
会員	研究内容
安川情報システム(株)	エネルギー最適制御システム構築
(株)安川電機	インバータ等システム周辺機器開発
日産自動車(株)	技術アドバイス
フォーアールエナジー(株)	LiB 提供・技術アドバイス
(財)九州経済調査協会	リユース適用先調査支援
(有)メルヘンローズ	技術アドバイス
北九州市総合農事センター	実証フィールドの提供・技術アドバイス
(財)北九州産業学術推進機構	部会コーディネータ

<table>
<tr><td></td><td>


</td></tr>
<tr><td>神奈川県庁</td><td>
・蓄電プロジェクト
目的：太陽光発電設備の普及拡大を図るためには、太陽光発電と蓄電池を組み合わせた蓄電システムの開発が重要
蓄電システムの開発普及を目指す蓄電プロジェクトの一環として、EV 用として利用に適さなくなった蓄電池と太陽光発電設備等を組み合わせた蓄電モデルの実証試験を県有施設で実施
・2012 年 3 月、国内で初めて ELV-LiB を用いた、太陽光により発電した電力を再利用する実証実験を横須賀三浦地域県政総合センターにて実証実験開始
－ 4～5 万 km 走行した EV タクシーの ELV-LiB を使用
－ フォーアールエナジーが ELV-LiB（リーフ）を 10kWh の蓄電池に再製品化
－ EV 充電や災害時の非常用電源として活用
・実証試験の結果については、今後、県内企業等と幅広く共有することにより、県内企業等による事業化を促し、このシステムの開発普及を図るとともに、県内産業を活性化させる
・事業スキーム


</td></tr>
</table>

	・設置イメージ 
二次電池 社会システム 研究会	・東京大学が中心となり、二次電池による社会システムイノベーションを推進するため、異業種交流と産学連携を推進（2010 年 1 月設立） ・分科会の一つ「LiB の社会財化分科会」にて、LiB リユースビジネスモデルの研究を実施 ・社会システム研究会のアプローチ （1）電池寿命と電池残価の推定モデル 1-1. 劣化モード推定による電池寿命算定モデル 1-2. 推定寿命から市場価格を推定する電池残価評価モデル 二次電池は充放電によりユーザー価値を生み出すため、その将来便益価値を評価することで各ユーザーにとっての理論価値が決定できる（寿命推定に基づき最終ユーザーの享受する経済価値へ換算する） 1-3. 上記モデルに必要な二次電池使用実績のデータベース整備 （2）アプリケーション先における普及条件の抽出 2-1. 二次電池利用アプリケーション先の特定 将来的な二次電池の潜在市場規模は大きい（家庭用、業務用ビル、電力、グリーン発電平滑用） 2-2. アプリケーション別の市場規模および基準価格、スペックの特定 具体的な二次利用先を抽出し、規模および普及価格の目安を明らかにする 試算アプローチ ① 既存コストを代替した場合の合理的な理論値 ② 最終ユーザーが意思決定する可能性のある価格 （3）二次電池普及のための社会システム設計 3-1. 普及へ必要なビジネスサービス、行政システム、インフラ等の設計 3-2. アプリケーション別に必要となる各種サービスモデルの研究 ユーザーが電池技術・資産リスクを負わないで二次電池を安価に利用可能にする仕組み（技術的に不安定な二次電池の資産リスクを利用ユーザーから分離し、ユーザーが電池リスクを認識することなく充放電サービスを享受することを可能に）

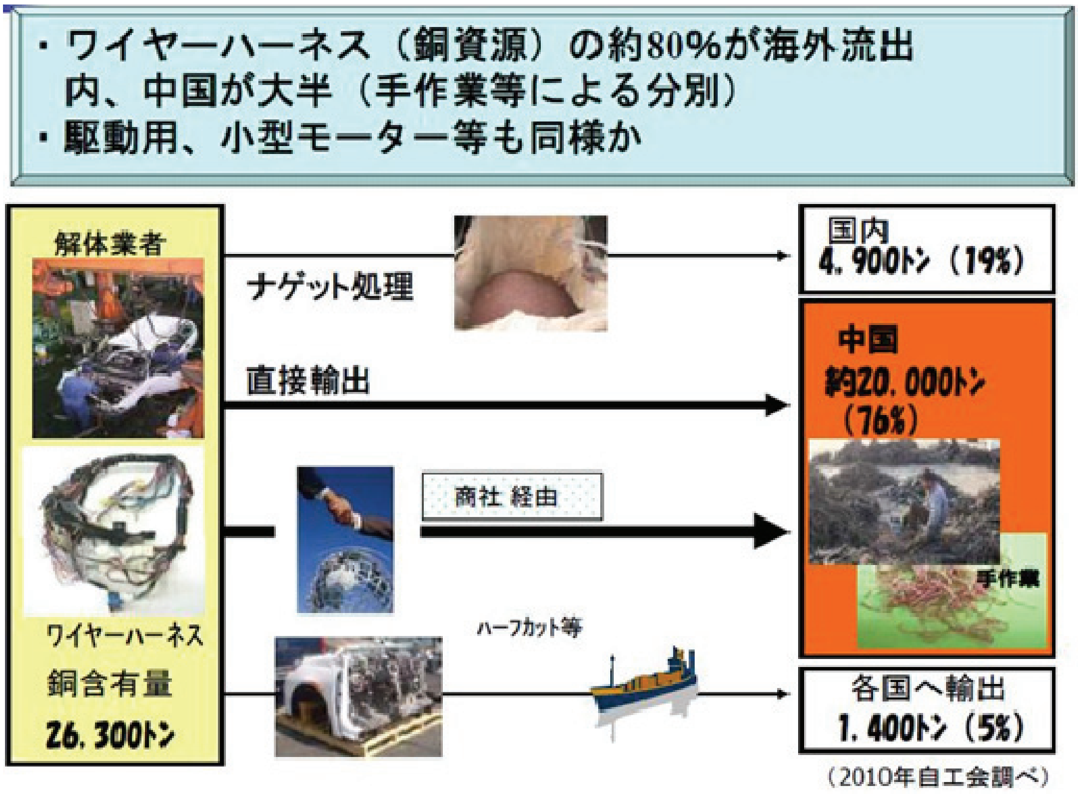
海外における 2 次利用への取組み

	取組み内容
NREL（National Renewable Energy Laboratory）	・EV、HV から回収した電池の 2 次利用についてエネルギー省（Department of Energy）の補助金を利用し、2010 年より開始 ・ELV-LiB の 2 次利用用途を抽出し、そのメリットを明確化する ・2 次利用により電池コストを下げ HV、EV を普及させる
ABB	・スイスのエンジニアリング大手 ・2010 年 9 月、米自動車大手のゼネラルモーターズ（GM）と EV の再利用に関する共同研究プロジェクトを実施すると発表 ・シボレーの EV「ボルト」の使用済電池を自動車以外の分野で再利用する可能性を研究 ・次世代送電網（スマート・グリッド）の蓄電地として再利用することなどを研究
伊藤忠商事 Duke Energy（米）	・両社は先端エネルギー技術における提携を進めており、第一弾として EV 電池の二次利用モデルの検証を Duke Energy 社の電力供給地域である米・インディアナ州で開始 ・EV 用電池の二次利用モデルの技術的課題や商用化の検証のため、約 80 台の Think 社（ノルウェー）製 EV に搭載された合計 2,000kwh の Ener1 社（米）製 LiB のデータを収集・解析 ・実証事業では、Duke Energy 社が蓄電池導入の技術的な設計サポートを行うとともに、テストサイトや実証のための人材を提供し、伊藤忠は車載用での役割を終えた EV 電池を定置用蓄電池インフラとして活用するノウハウを提供

6-2-2. ELV-LiB 海外輸出の可能性

国内ではリユース、リサイクルの経済性が成立しづらく、廃棄処分せざるを得ないものでも、海外ではその限りではなく、需要が発生するケースがある。自動車のリユース部品も日本では、年式が古い、傷がある等の理由で流通ができないものでも、海外に輸出され、再び補修部品として利用されている実態がある。

リユース部品ではないが、自動車から回収されたワイヤーハーネスでは、そのおよそ 80%が海外に輸出されて銅資源としてリサイクルされている。国内ではワイヤーハーネスから被覆を取り除く処理等にコストがかかり、採算が合わないが、海外ではこの限りではない。このように海外に目を向けると様々な利用用途があり、人件費の安さもあって廃棄されることなく、販売可能なケースがでてくる。



出所：日本自動車工業会

日本車は海外にて新車であれば年間 1,800 万台ほどが販売され、中古車であれば年間 85 万台が日本から輸出されている。このように海外で多くの日本車が販売されている背景は日本自動車メーカーの高い品質への評価が土台となっている。必然的にその品質を構築している部品の評価も高く、リユース部品についても補修向けに輸出需要が発生している。

現在輸出されているリユース部品の主な品目を示すと以下のようになるが、エンジンや

ミッション、ドライブシャフト、オルタネーター、スターターなどが多く輸出されている。外装部品については、多少車体に傷や凹み等があっても自動車自体の走行を不可能にするわけではなく、海外では気にせずそのまま利用されているためか、機能部品や電装部品ほど需要は多く発生はしていないようである。ただ輸送手段となるコンテナは本数単位での費用徴収となるので、隙間なく詰め込めるだけ詰め込まれる。そのため下記に示したもの以外にも様々なリユース部品が輸出される格好となる。

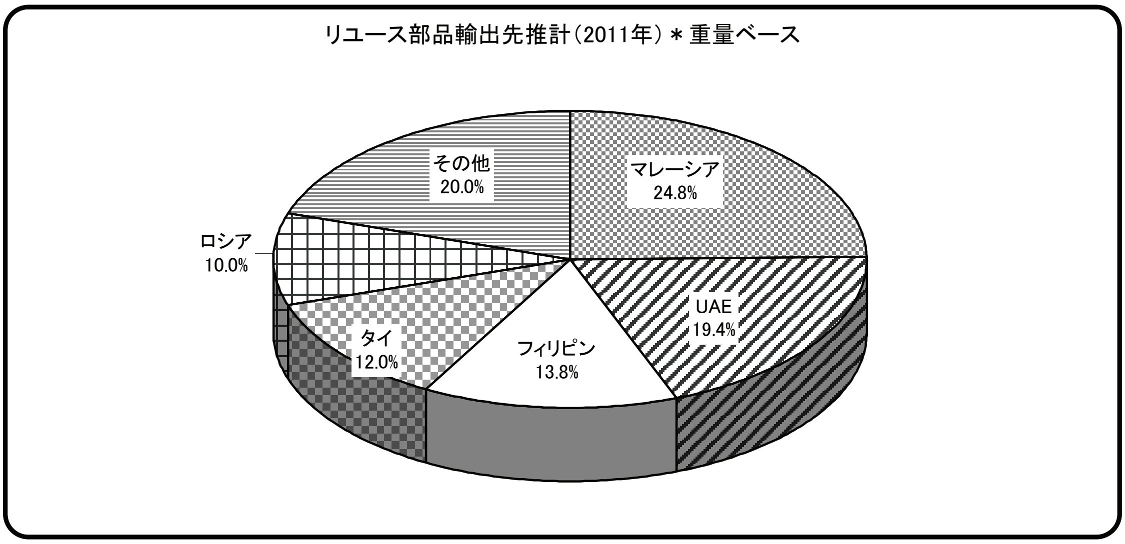
なおリユース部品を積載するコンテナは 40 フィートが中心で、その積載物の内容によって金額は異なるが、1 本あたり 200 万円前後で取引きが行なわれている。

主な輸出中古部品品目（順不同）

・エンジン	・オルタネーター	・触媒（マフラー）	・燃料ポンプ
・ミッション	・スターター	・ラジエーター	・タイヤ、ホイール
・ドライブシャフト	・ウォーターポンプ	・コンプレッサー	・外装部品　　等

その輸出先としては、アジアの貿易中継地となっているマレーシア、中東・アフリカ地域へのこちらも貿易中継地であるアラブ首長国連邦などが中心となっている。

マレーシアにおける日本からの中古部品輸入額が 2009 年でおよそ 112.6 億円と推計されるので（出所：Malaysian Automotive Recycling Association）、アンケート結果（下グラフ参照）のマレーシア向けコンテナ比率（24.8%）およびコンテナ単価から逆算すると、全体でおよそ 22,500 本のコンテナが日本から輸出されている計算となる。



＊解体業者へのアンケート結果から推計

出所：矢野経済研究所

UAE のリユース部品輸入会社ヤード

出所：矢野経済研究所

リユース部品輸出背景

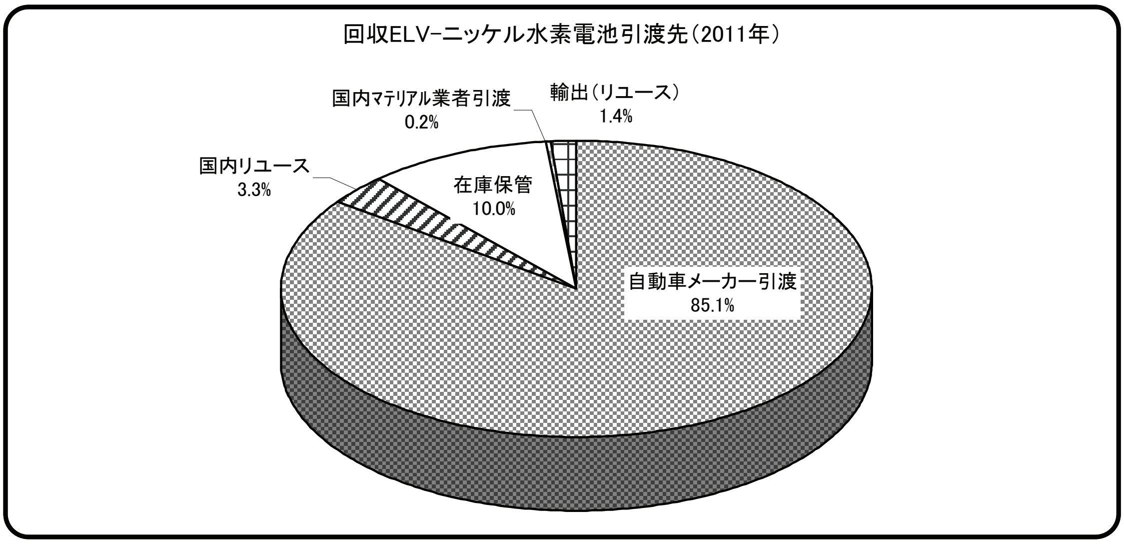
・日本ブランド車の世界的普及（日本製部品の品質への信頼大）
・限られる新品部品購入層
・平均車齢の長期化による需要拡大
・ハンドル位置に関係なく輸出が可能
・中古車と比較して関税が低い

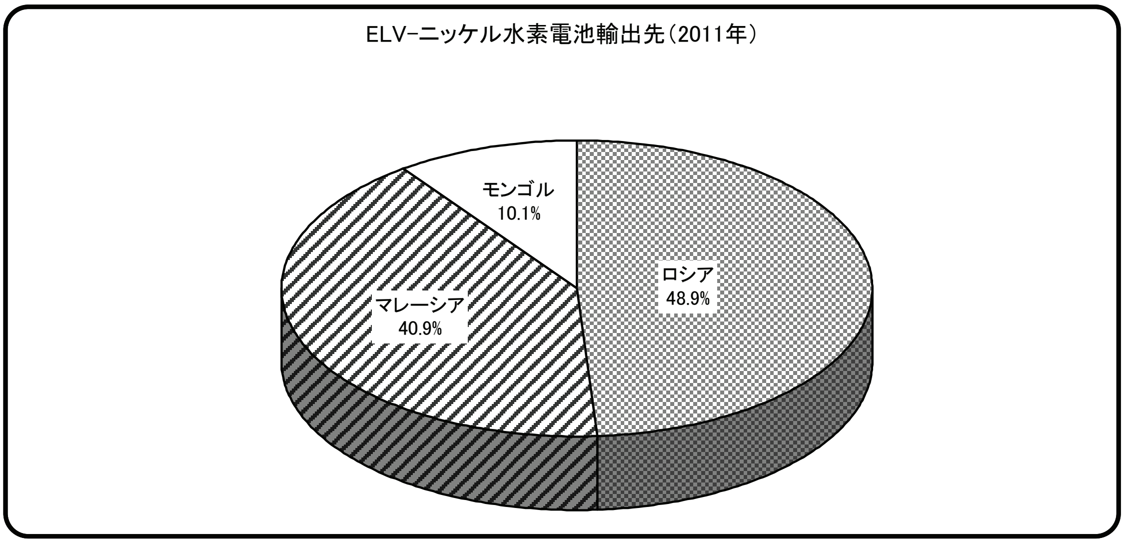
今後海外でも EV 等の普及に伴い、LiB の補修需要が発生し、そこに日本から回収された ELV-LiB が輸出される可能性も出てくると考えられる。

通常、リユース部品が輸出される場合、品質保証は付帯しなく、洗浄などもなく取り外したままの状態で輸出される。国内で自動車駆動用に ELV-LiB をリユースする場合には、その劣化判断の問題解決なしには流通は難しいが、輸出向けについては、劣化診断なく輸出されるものと見られる。実際、HV から回収された ELV-Ni-MH はそのままの状態で輸出されている。

ただ日本では走行距離が比較的短いとされるので、充放電回数も少なく、その点では電池劣化は少ないとも考えられる。もちろん使用環境等も電池劣化に影響を与えるので、実際の劣化状態は個々異なるが、日本で回収された ELV-LiB の価値は相対的に高く、輸出需要が発生する可能性は十分あり得る。

今回の調査では、HV から回収された ELV-Ni-MH についても、僅かではあるが海外へ輸出されていることが分かった。全て自動車駆動向けにリユース部品として輸出されており、その輸出先は他のリユース部品同様、マレーシア、ロシア（ウラジオストク）が中心で、その他、モンゴルに輸出されているという結果となった。





出所：矢野経済研究所

これら ELV-Ni-MH が輸出されている仕向地は日本から中古車が輸出されている国（次頁表参照）と重なっていることが分かる。

ロシアは最大の日本からの中古車輸出先で、年間 10 万台以上の中古車が、またモンゴルも年間 3 万台以上の中古車がそれぞれ輸出されている。共に左ハンドル国にもかかわらず

右ハンドルである日本製中古車が多数輸出されており、品質への評価から日本車の人気が高くなっている。その中には HV も含まれており、特にガソリン価格が高いモンゴルでは HV 人気が高くなっている。

マレーシアについては、商業目的での中古車輸入は特定の企業に割り当てられた台数に対して輸入が許可されるという規制が課せられているが、年間 2 万台以上の中古車が輸出されている。

中古車輸出台数　単位：台

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
ロシア	563,369	53,180	105,478	110,791
アラブ首長国連邦	98,204	89,966	86,625	80,712
チリ	123,944	51,066	79,430	69,473
ニュージーランド	59,090	57,427	68,952	68,091
南アフリカ共和国	47,797	55,304	66,575	67,458
ケニア	40,546	44,699	50,749	39,248
スリランカ	6,052	2,183	27,029	38,496
パキスタン	8,089	6,593	9,509	37,880
モンゴル	26,256	6,285	19,639	35,983
ウガンダ	22,682	17,637	22,429	23,791
キルギス	6,731	6,165	9,242	23,542
マレーシア	21,622	21,744	23,611	21,791
ミャンマー	2,842	6,703	7,653	19,625
タンザニア	16,359	17,609	20,979	18,714
フィリピン	19,939	25,721	24,296	18,327
その他	283,504	213,576	216,205	183,857
合計	1,347,026	675,858	838,401	857,779

＊貿易統計には計上除外対象物が設定されており、同一 HS コード内における合計額が 20 万円以下のものは計上されない

出所：貿易統計

（参考）マレーシアのおける再販目的での（オートバイを含む）中古車両輸入の Open AP

マレーシア財務省 は、過去 100%ブミプトラ資本の会社数社に「Open AP」といわれる AP（Approved Permit） を認可している。これらの会社は、この「Open AP」を使い、年間割り当てられた台数の中古車両をマレーシアに輸入することができる。

「Open AP」は「事前認可」の AP であり、輸入車両の詳細は後で提出することができる。政府は、こ

れらのブミプトラの会社がより有利に中古車ディーラーとなることを支援する意図で、この AP を認可したものである。マレーシアの非ブミプトラの中古車ディーラーは、再販のための中古車両を輸入するために通常「Open AP」が認可されているブミプトラ会社と組んで事業を行っている。中古車ディーラーは、AP 保有者の AP を利用し中古車両の輸入を行うため、AP 保有者に対し、必要な中古車両の詳細を伝え、輸入を行ってもらう。政府の AP1 台の認可課金は RM１0,000 であるが、中古車ディーラーは、AP 保有者に対し、通常 AP１台につき RM50,000～RM80,000 を支払っているといわれている。この費用は最終の販売価格に含まれる。

政府は、国家自動車政策に基づき、現行の AP システムは暫時廃止し、2016 年 1 月 1 日までに完全に廃止するという政府の方針により、現在新たに AP を認可していない。しかしながら、現在「Open AP」の認可を受けているブミプトラ会社は、2016 年まで年間の割当分を更新することができるとしている。毎年の AP の認可台数は、AP 保有者の前年の輸入中古車両の実績による。

出所：ジェトロ

なお輸出中古車のうち HV がどの程度含まれているかについて、本調査では中古車輸出業者に対してハイアンケート調査を実施しており、その結果をもとに輸出台数および仕向地について推計を行なった。

アンケートの結果を見ると、2011 年における輸出中古車に占める HV の比率は 0.92%となり、まだ僅かということとなった。この比率を 2011 年の輸出抹消登録台数 925,064 台に掛け合わせると、HV が輸出された台数は約 8,510 台ということになる。しかし HV の仕向地で確認できたのが 18 ヶ国と特定の国に偏っているため、推計にあたっては、仕向地別に HV の輸出状況を考慮したうえで、貿易統計上の中古車輸出台数に掛け合わせることで、推計算出を行なった。

アンケート概要

アンケート実施日	2012 年 2 月 10 日～2012 年 2 月 17 日
アンケート対象	117 社（日本中古車輸出業協同組合会員）
アンケート内容	仕向国別 HV、中古車輸出台数（2011 年 1 月～12 月）
回収数	61（回収率 52.1%）
回答結果（61 社）	中古車輸出台数：11.5 万台 うち HV 輸出台数：1,057 台（HV 輸出比率 0.92%） HV 輸出比率上位（輸出台数に占める HV 比率上位国） ：スリランカ（5.73%）、モンゴル（5.67%）、ミャンマー（4.00%）

アンケートから中古 HV の輸出が確認できた国（順不同）

キルギス、グルジア、スリランカ、タイ、UAE、パキスタン、フィリピン、マレーシア、ミャンマー、モンゴル、ケニア、南アフリカ共和国、モーリシャス、トリニダード・トバゴ、ニュージーランド、フィジー、チリ、ロシア

その結果、2011 年において日本から輸出された中古 HV は 8,953 台、輸出抹消登録台数に占める割合としては 0.97%と推計算出できた。

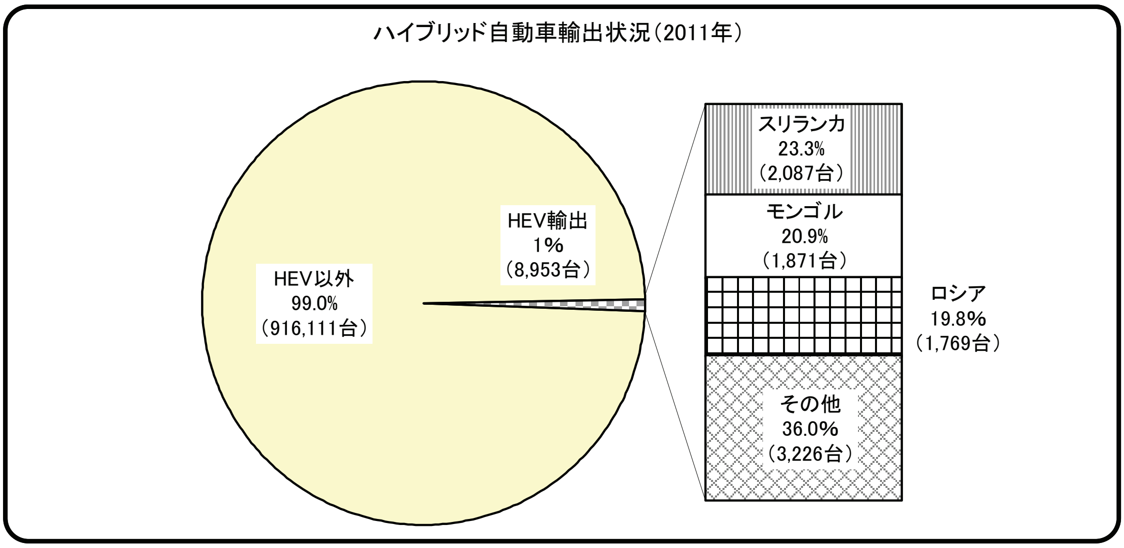
また仕向地別の状況は、スリランカへの輸出台数が 2,087 台と最も多く、モンゴルの 1,871 台、ロシアの 1,769 台が続く。なおこの 3 ヶ国で輸出された中古 HV の 64.0%を占めていることになる。

今後も、燃料費高騰等の要因から HV の需要は拡大していくと考えられるため、中古 HV 輸出台数は増大していくことが予想される。輸出された HV の経年に伴って、Ni-MH の補修需要が発生するので、その中で ELV-Ni-MH の輸出ニーズも高まっていくものと見込まれる。

仕向地別 HV 輸出推計

	HV 輸出台数（推計）	輸出台数（貿易統計）	HV 比率
スリランカ	2,087	36,432	5.73%
モンゴル	1,871	33,002	5.67%
ロシア	1,769	102,309	1.73%
ミャンマー	522	13,045	4.00%
チリ	511	63,264	0.81%
タイ	504	13,073	3.85%
UAE	469	73,237	0.64%
キルギス	369	22,118	1.67%
南アフリカ共和国	191	62,016	0.31%
フィリピン	157	16,350	0.96%
トリニダード・トバコ	134	4,341	3.09%
マレーシア	133	20,166	0.66%
モーリシャス	99	2,977	3.33%
パキスタン	96	30,617	0.31%
ニュージーランド	10	64,910	0.01%
その他	41	222,002	0.02%
合計	8,953	779,859	－

＊貿易統計上に表れない 20 万円以下の計上対象外のものについては、HV は含まれていないものとした
＊その他には、世界各国、東南アジア、アフリカ等、具体的仕向地が確認できなかったし向地含む



出所：矢野経済研究所

また現在輸出されている ELV-Ni-MH は、仕様等によって異なるが、5,000～15,000 円程度の値付けがされている。これは自動車メーカーへの引き渡し価格（2,500 円）より高く、国内向けにリユース部品として販売されている価格とも同等となっている。国内で自動車駆動用にリユース部品として販売する際には、品質や在庫に対する対応が必要となるが、輸出向けはその必要がない。輸出向けは国内向けよりも手間がかからない上に、販売価格が同等となると、結果的に輸出向け強化の動機付けともなる。

しかし、前述したように、LiB パックには ID の付与によって改造品等を排除することが可能となる。その場合、適合しない ID の ELV-LiB は改造品ではないが、リユースできないことになる。ID は専用の機器によって書き換えが可能で、その上で電池パックの交換は可能となるが、ELV-LiB が輸出された先で、専用機器を保有しているとは考えづらい。

現状では ID が異なっても、車台そのものが作動しないという対応にはなっていないが、他の車種には物理的には取りつけが不可能ということで、ID を付与していないものもある。しかし、海外では部品仕様などに関係なく取り付けられている事例が多くあり、ELV-LiB も自動車メーカーが想定しない方法で、強引にリユースされてしまう可能性もある。

仮に不適切な取扱いによって、LiB に起因する事故等が発生した場合、製造物責任法がいうところの自動車メーカーの責任範疇からは外れることになるが、自動車メーカーとしては事故防止のため何らかの対策を講じることも必要となる。選択肢の一つとして ID による管理の導入も考えられ、その場合、ELV-LiB の自動車駆動用リユース需要に影響を与える

ことになる。

一方で、前述のように ELV-LiB の発生を見越し 2 次利用の用途開発が進んでおり、海外でも今後にかけて需要創出が期待されている。

国内において進められている定置型蓄電池への転用は、品質保証や安全性重視から、転用への工数が多くなり、また過剰品質がコストを押し上げてしまうこともあり得る。一方、海外では ELV-LiB 発生が少ない等の要因から、国内よりも ELV-LiB の価値が高まり、輸出需要が発生する可能性もある。

なお ELV-LiB は定置型蓄電池への現在 2 次利用検討が行なわれている国以外にも輸出の可能性があり、その輸出先としては中国やインド、東南アジア（ベトナム、バングラデシュ、インドネシア等）などの開発途上国等が想定されている。

特に開発途上国では電力そのものが絶対的に不足している上、送電網が弱かったり、送配電ロスが大きかったりと安定供給されずに停電が多発している。そのような国において、停電等への対応として蓄電池への必要性が高まるというのである。特に工場などでは、停電は生産活動がストップさせ、経済ロスを発生させる。このような対象に対して、停電時の電力を蓄電池にて補完するソリューションビジネスが成立することになる。

なお、開発途上国等において、ELV-LiB が定置型蓄電池に転用された場合、劣化診断やコントロールユニットの装着などは行なわれず、パック等からモジュールに分解等はするにしても、コストが優先し基本的にそのままの状態で利用される公算が高い。仮に実際に使用して劣化していると判明しても、別のものと交換すれば良いという判断が働き、またコントロールユニットにおける出力制御についても、住宅や工場などで使用される電力は自動車よりも出力量や変動は大きくないので装着しなくても、安全性は問題ない、それよりもコストをかけずに 2 次利用されるというのである。

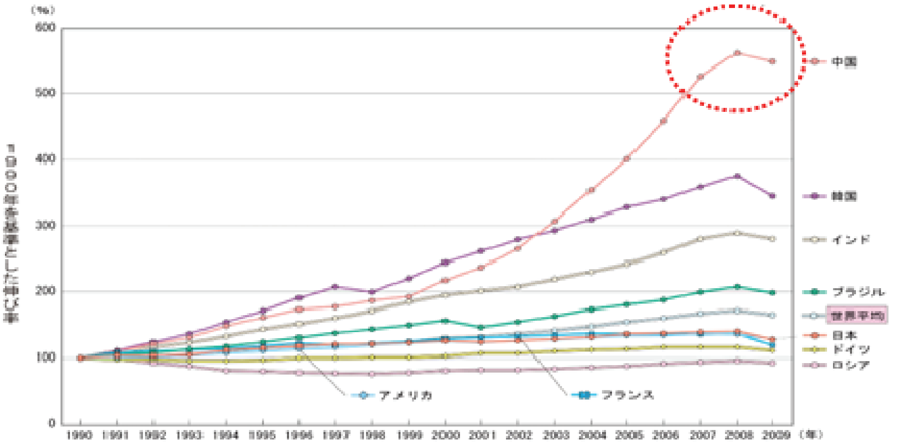
ELV-LiB を回収する解体業者にとっても、他の輸出されているリユース部品同様、品質等のリスクを負うことなくそのままの状態で販売、売上確保できる輸出への誘因が高まるともの考えられる。

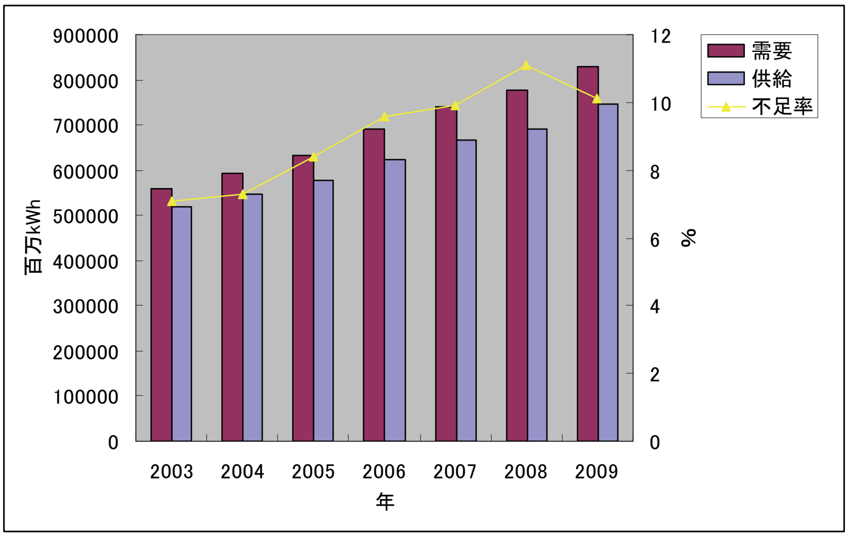
この ELV-LiB をそのまま定置型蓄電池へ転用する手法は、新たな需要層を開拓できることになる。その需要先となる開発途上国等において、ELV-LiB を転用した定置型蓄電池の価格がどう設定されるかにもよるが、定置型蓄電池へのリユース需要の裾野は確実に広がる。また解体業者は ELV-LiB をそのままの状態で輸出すればよく、他の部品同様にコンテナ積載して輸出できることも輸出拡大の要因となる。

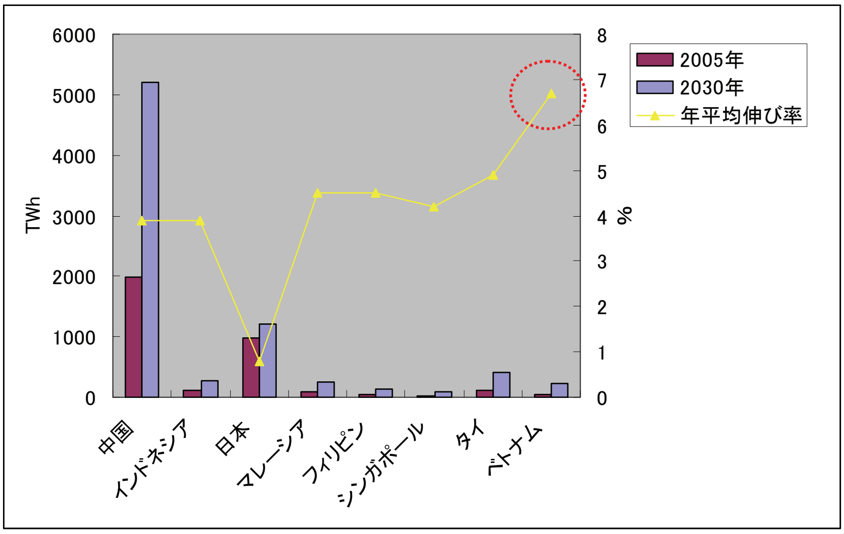
ただ ELV-LiB と定置型蓄電池需要を結びつける業者が必要であり、その業者も ELV-LiB 発生がない状況では、誕生しようがない。したがって、定置型蓄電池向けに輸出されるのはもう少し先とはなるが、いずれ国内の ELV-LiB リユース、リサイクル流通に変化をもた

らし、自動車メーカーが構築する ELV-LiB 回収網および回収量にも影響を及ぼすものと考えられる。

開発途上国における電力事情

<table>
<tr><th></th><th>電力事情</th></tr>
<tr><td>中国</td><td>・過去 10 年間で発電電力量は 3 倍に拡大し、米国に次いで世界第 2 位
・2009 年の消費電力量 3 兆 642 億 kWh の内訳は、工業用 66.4%、家庭用 15.9%、その他 17.7%となっている（出典：社団法人海外電力調査会、OECD／IEA）
・急激な経済発展にインフラ整備が追いつかず、大都市圏を除いて電力系統への接続はままならない
加えて、2002 年末から開始された発送電分離と燃料（石炭）費の高騰で、コスト上昇に耐え切れなくなった発電所が発電を停止する事態（無計画停電）も起きるなど、電力不足や供給不安が続いている
特に消費電力量で過半数以上を占める工業用では停電への対応必要性が高まっている
・中国政府は環境対策も含めて化石燃料依存からの脱却を図っており、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの開発を推進している
・その再生可能エネルギー利用拡大に伴い、その出力変動を補完する蓄電池の需要拡大が見込まれている
一方、2011 年 3 月に鉛汚染の防止を理由に鉛蓄電池産業の整理を行なっており、調査対象 1,930 社の約 80%にあたる 1,600 社を操業停止や閉鎖処分としている
結果的に安価な鉛蓄電池の大幅な減産で LiB の代替需要が増加しており、原材料の Li が値上がりするなど、蓄電池不足も表面化している

</td></tr>
<tr><td>インド</td><td>・中国と同様、著しい経済発展をみせるインドの電力事情も逼迫している
2003 年以降、電力の需要量と供給量は増加の一途で、不足率は 2009 年で 10.1%となっ</td></tr>
</table>

	ている 2012 年 4 月から始まる第 12 次 5 ヵ年年計画では、2017 年までに 1 億 kW の電源開発を目標としているが、当面、電力不足が解消される見込みはない ・ムンバイなどの工業都市でも日常的に停電が発生しており、特に燃料である石炭が不足した 2011 年は、大都市圏で一日数時間にも及ぶ電力負荷制限が実施された ・電力供給の中心は石炭火力となるが、再生可能エネルギーの開発にも注力している 再生可能エネルギーの発電設備容量の構成比は 2001 年で 1.2%であったが、2011 年には 11%まで拡大しており、民間電気事業者（IPP）の参入も相次いでいる それに合わせて再生可能エネルギーの買取基準（RPS）や固定買取価格制度（FIT）などを設け、補助金の給付や税制の優遇措置により普及をバックアップしている ・インドでは政策的に農業・家庭用の電気料金を低く、産業・工業用を高く設定しており、慢性的な電力供給不安もあって、大口需要家を中心に自家発電・蓄電ニーズは高いとされる 
ベトナム	・ベトナムは河川が多く、電力供給の約 40%を水力発電が担っている しなしながら、近年は異常気象などの影響で渇水に見舞われることが多く、電力供給が不安定となっている ・アジア太平洋エネルギー研究センター（APERC）によると、ベトナムの電力需要の伸びは東南アジア諸国の中でも突出して高く、2005～2030 年の平均伸び率予測は 6.7%と APEC 加盟国の平均 2.3%を大幅に上回っている ・電力供給の不安定と需要拡大により停電も頻発している ・停電が製造業に与える影響は大きく、自家発電設備を導入する工場もあるが、発電コストが極めて高いことから、あまり普及していないものと見られる


6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
TWh
8
7
6
5
4
3
2
1
0
%
2005年
2030年
年平均伸び率
中国
インドネシア
日本
マレーシア
フィリピン
シンガポール
タイ
ベトナム